



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

**TEMA: MODELO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
APLICADO A LA IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA ÓPTICA EN EL EDIFICIO
MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL.**

AUTOR: HERNÁN BOLÍVAR FELICITA USHIÑA

TUTOR: ING. DAVID CANDO, MG.

AÑO: 2016

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
DATOS GENERALES

| | |
|--|--|
| CARRERA: | Electrónica Digital y Telecomunicaciones |
| AUTOR: | Hernán Bolívar Felicita Ushiña |
| TEMA DEL TT: | Modelo de mantenimiento preventivo y correctivo aplicado a la implementación de fibra óptica en el edificio matriz de la Universidad Israel. |
| ARTICULACIÓN CON LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL: | Tecnología Aplicada a la Producción y Sociedad |
| SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL: | Sistemas de comunicación e interconectividad |
| ARTICULACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL DEL ÁREA: | Implementación de redes de Telecomunicaciones con Fibra Óptica |
| FECHA DE PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL: | Febrero 2016 |

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| ÍNDICE | III |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | VI |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | VII |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 10 |
| 1.1. Antecedentes | 10 |
| 1.2. El problema | 11 |
| 1.3. Objetivos..... | 12 |
| 1.3.1. Objetivo general..... | 12 |
| 1.3.2. Objetivos específicos..... | 12 |
| 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 13 |
| 2.1. Definición de red óptica | 13 |
| 2.2. Fibra óptica..... | 14 |
| 2.3. Tipos de Fibra Óptica..... | 15 |
| 2.3.1. Fibra óptica monomodo..... | 16 |
| 2.3.2. Fibra óptica multimodo | 16 |
| 2.3.3. Ventajas de la Fibra Óptica | 17 |
| 2.3.4. Desventajas de la Fibra Óptica | 18 |
| 2.4. Elementos de Fibra Óptica | 18 |
| 2.4.1. Conectores ópticos | 18 |
| 2.4.2. Conector SC | 19 |
| 2.4.3. Transceptor óptico | 20 |
| 2.4.4. Acopladores ópticos | 20 |
| 2.5. Fibra óptica consideraciones de limpieza..... | 21 |
| 2.5.1. Conectores de fibra óptica y la limpieza | 21 |
| 2.5.2. Conectores protocolo de limpieza | 22 |
| 2.5.3. Procedimiento de limpieza | 23 |
| 2.5.4. Técnicas de limpieza | 23 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.5.4.1. | Técnica de inspección..... | 23 |
| 2.5.5. | Tipo cartucho..... | 24 |
| 2.5.6. | Tipo lápiz | 24 |
| 2.5.7. | Paños sin pelusa (Lint-free) | 25 |
| 2.5.8. | Esponjas libres de pelusa (Lint-free) | 25 |
| 2.6. | Distribuidores ópticos..... | 26 |
| 2.6.1. | Rack distribuidor de fibra óptica | 26 |
| 2.6.2. | Switch o Conmutador | 27 |
| 2.6.3. | Distribuidor de Fibra Óptica ODF | 27 |
| 2.6.4. | Distribuidor Preconectorizado | 28 |
| 2.6.5. | Distribuidor óptico tipo rack | 28 |
| 2.7. | Herramientas..... | 29 |
| 2.8. | Equipos para medir fibra óptica | 30 |
| 2.8.1. | Medidor de potencia | 30 |
| 2.8.2. | Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)..... | 30 |
| 2.9. | Mantenimiento preventivo..... | 31 |
| 2.10. | Modelo del mantenimiento preventivo de la fibra óptica implementado en el edificio matriz de la universidad Israel..... | 32 |
| 2.10.1. | El mantenimiento preventivo y los requerimientos básicos | 32 |
| 2.10.2. | Plano general de la red de F.O de la Universidad Israel | 33 |
| 2.10.3. | Plano de piso por nodos de la Universidad Israel | 34 |
| 2.10.4. | Escenarios ambientales necesarios | 35 |
| 2.10.5. | Etiquetado de los equipos..... | 35 |
| 2.10.6. | Etiquetado de las fibras | 35 |
| 2.10.7. | Instrumentos de medición..... | 36 |
| 2.11. | Rutinas de mantenimiento preventivo en los dispositivos..... | 36 |
| 2.12. | Ejecución del mantenimiento preventivo | 37 |
| 2.13. | Mantenimiento correctivo | 39 |
| 3. | IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA FIBRA ÓPTICA EN EL EDIFICIO MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD ISRAEL..... | 41 |
| 3.1. | Introducción..... | 41 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.2. | Situación actual de la red de fibra óptica en la Universidad Israel | 42 |
| 3.2.1. | Rack | 42 |
| 3.2.2. | Back-Bone vertical | 43 |
| 3.2.3. | Dispersión horizontal | 43 |
| 3.2.4. | Cajas de empalmes | 44 |
| 3.2.5. | Etiquetado | 45 |
| 3.3. | Evaluación de la red de fibra óptica de la Universidad Israel | 45 |
| 3.4. | Evaluación de la red de fibra óptica de la Universidad Israel | 45 |
| 3.4.1. | Mediciones del sistema de Fibra Óptica | 47 |
| 3.4.2. | Pruebas realizadas a la fibra óptica de la Universidad Israel..... | 49 |
| 3.4.3. | Medición de pruebas de inserción | 52 |
| 3.5. | Mantenimiento preventivo | 54 |
| 3.5.1. | Documentación | 54 |
| 3.6. | Mantenimiento correctivo | 55 |
| 3.6.1. | Fallas más frecuentes que se originan en el sistema de Fibra Óptica | 55 |
| 3.6.2. | Solución de problemas en la red de fibra óptica | 56 |
| 3.6.3. | Entregables | 56 |
| 3.6.4. | Formatos de Informes Mantenimiento correctivo..... | 60 |
| | CONCLUSIONES | 62 |
| | RECOMENDACIONES..... | 63 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 64 |
| | ANEXOS | 66 |
| | ANEXOS | 67 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Red óptica pasiva | 13 |
| Figura 2 Fibra óptica | 15 |
| Figura 3 Tipos de núcleo de fibra óptica | 15 |
| Figura 4 Fibra monomodo | 16 |
| Figura 5 Tipos de índices fibra multimodo | 17 |
| Figura 6 Tipos de conectores | 19 |
| Figura 7 Fibra óptica-conectores..... | 19 |
| Figura 14 Transceiver o transceptor óptico SFP | 20 |
| Figura 15 Acoplador multimodo/monomodo SC dúplex | 20 |
| Figura 8 Tipos de contaminación. | 22 |
| Figura 9 Fibroscopio que visualizar la superficie del conector | 24 |
| Figura 10 Técnica de limpieza tipo cartucho..... | 24 |
| Figura 11 Esponjas limpiadora tipo lápiz | 25 |
| Figura 12 Paños libre de pelusa..... | 25 |
| Figura 13 Esponja limpiadora..... | 26 |
| Figura 16 Rack administrador de fibra óptica | 26 |
| Figura 17 Switch o conmutador..... | 27 |
| Figura 18 ODF de montaje en Rack, de 48 adaptadores | 27 |
| Figura 19 Distribuidor preconectorizado | 28 |
| Figura 20 Distribuidor óptico tipo Rack | 28 |
| Figura 21 Medidor de potencia..... | 30 |
| Figura 22 Diagrama esquemático red de fibra óptica de la Universidad Israel..... | 33 |
| Figura 23 Diagrama de nodos red de fibra óptica de la Universidad Israel | 35 |
| Figura 24 Modelo de mantenimiento preventivo y correctivo | 40 |
| Figura 25 Universidad Israel lugar de construcción de la red de fibra óptica | 41 |
| Figura 26 Rack instalado en la Universidad Israel..... | 42 |
| Figura 27 Back-Bone verticales..... | 43 |
| Figura 28 Dispersión horizontal..... | 44 |
| Figura 29 Caja de empalmes | 44 |
| Figura 30 Etiquetado ODF, Switch, fibra óptica | 45 |
| Figura 31 OTDR..... | 47 |
| Figura 32 Power Meter | 47 |
| Figura 33 Medida de pérdidas de retorno en el OTDR..... | 48 |
| Figura 34 Lista de medidas del OTDR | 48 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Herramientas usadas en el manejo de fibra óptica | 29 |
| Tabla 2 Técnicas de Prevención | 31 |
| Tabla 3 Modelo de mantenimiento preventivo. | 32 |
| Tabla 4 Instalación de Rack y Switch..... | 46 |
| Tabla 5 Instalación de canaletas metálicas y tubería MTE | 46 |
| Tabla 6 Instalación de ODF | 46 |
| Tabla 7 Instalación de la Fibra Óptica..... | 46 |
| Tabla 8 Pruebas y mediciones | 49 |
| Tabla 9 Pérdida de inserción Back-bone máster | 52 |
| Tabla 10 Pérdida de inserción Back-Bone Back-up | 52 |
| Tabla 11 Pérdida de inserción de fibra horizontal..... | 52 |
| Tabla 12 Pérdida de retorno de la fibra Back-Bone..... | 53 |
| Tabla 13 Pérdida de retorno Back- Bon-up e Back | 53 |
| Tabla 14 Pérdida de retorno de la fibra horizontal..... | 53 |

RESUMEN

El presente trabajo de titulación, contempla un modelo de mantenimiento preventivo y correctivo, aplicado a la red de fibra óptica, diseñada y construida por estudiantes del décimo nivel de la Universidad Tecnológica Israel; en el cual se describe: la infraestructura, los planos, la fibra óptica dispositivos y equipos de trasmisión, instalados en este Centro Educativo y el modelo de mantenimiento preventivo y correctivo de la red de fibra óptica.

El modelo de mantenimiento preventivo y correctivo define aspectos generales de los equipos y dispositivos que conforman la red de fibra óptica, los procedimientos, el protocolo de limpieza de la fibra óptica y conectores ópticos, acoplados a las normas y estándares descritos para estos procedimientos, también se especifica las herramientas, y los equipos de medición que los técnicos deben tener pleno conocimiento en la utilización de estos implementos.

En la implementación del presente proyecto se indica la situación actual de la red de fibra óptica, los equipos y elementos instalados, también se elaboró un check list para indicar la situación de cómo está instalado el Back-Bone de la Universidad Tecnológica Israel, se puntualiza los formatos entregables que son muy importantes de llenar después de realizar algún tipo de mantenimiento.

Cabe indicar que la red de fibra óptica se encuentra activa y en pleno funcionamiento que requiere desde ya la planificación de las buenas prácticas de mantenimiento preventivo y correctivo con la finalidad que la red trabaje con eficiencia y eficacia que no se interrumpa las actividades normales Universidad Tecnológica Israel.

PALABRAS CLAVES: mantenimiento, preventivo, correctivo, fibra óptica, trasmisión de datos, telecomunicaciones

ABSTRACT

This work degree, provides a model of preventive and corrective maintenance, applied to the fiber optic network, designed and built by students in the tenth level of the Technological University Israel; which it is described in: infrastructure, flat, optical fiber transmission devices and equipment installed in this educational center and model of preventive and corrective optical fiber network maintenance.

The model of preventive and corrective maintenance defines general aspects of computers and devices that make up the fiber optic network, procedures, protocol cleaning of optical fiber and optical connectors, coupled with the rules and described standards for the above procedures, also it specifies the tools and measuring equipment that technicians must have full knowledge in the use of these tools.

In the implementation of this project the current situation of the fiber optic network, equipment and installed elements indicating also developed a checklist to indicate the status of how the Back-Bone is installed Technological University Israel, points out deliverables formats that are very important to fill after performing any maintenance.

It is noted that the fiber optic network is active and fully operational required from now planning best practices for preventive and corrective maintenance in order that the network work efficiently and effectively than normal activity University is not interrupted technological Israel.

KEYWORDS: maintenance, preventive, corrective, fiber optic, transmit data, telecommunications.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Existen variedad de modelos de mantenimiento preventivo y correctivo, diseñado para empresas y entidades públicas en ciudades de diferentes países, en Colombia en la Universidad de Santander Álvaro Blanco Esteban, desarrollo un modelo de mantenimiento preventivo y correctivo aplicado a la infraestructura interna de transmisión en una red de telecomunicaciones por fibra óptica, apoyado en este y otros modelos se diseñó el modelo de mantenimiento preventivo y correctivo para la red de fibra óptica de la Universidad Israel.

Actualmente existe una progresiva demanda por la utilización de las Tecnologías de la Comunicación e Información (TICs), lo cual no sólo es necesario el celular o el computador; sino la implementación de innovadoras tecnologías como la fibra óptica. Esta herramienta permite una fluidez en el intercambio de información por medio de la luz, principal vía de información de datos en redes ópticas.

Con la fibra óptica desde aquel entonces revolucionó la transmisión de datos en las telecomunicaciones, en la actualidad es responsable de los servicios interactivos, uno de los principales es el internet. El campo de aplicación es multitudinario, así en la telefonía se emplea la fibra óptica para: distribución de gran capacidad entre abonados de servicios telefónicos, video fónicos y transmisión de datos, enlaces sin repetidora entre centrales telefónicas; en la televisión: enlaces cámara-estudio, distribución por cable; en la inspección de instrumentación y procedimientos: controles nucleares; en el transporte: ferrocarril, aviación, comunicaciones tácticas, marina; y en la informática: enlaces entre computadoras y periféricos, enlaces internos de material informático, conexión de material de oficina entre otros. (Ramos, 2010)

La distribución de la red de fibra óptica está conformada por infraestructuras externas e internas, la primera compuesta de la red física como es el tendido del cable de fibra óptica y la interna son los equipos ubicados en este caso dentro de la Universidad Israel, estos presentan una vida útil de funcionamiento, para extender este tiempo es requerido que se efectúe el mantenimiento preventivo y en caso de ocurrir una avería un mantenimiento correctivo de la red de fibra óptica.

Por lo expuesto, un adecuado mantenimiento de las redes ópticas en toda la infraestructura compuesta por fibra óptica, dispositivos y equipos de transmisión; es

importante tener conocimientos de buenas prácticas de mantenimiento preventivo y correctivo. El propósito de esta investigación, es realizar un mantenimiento eficiente y eficaz cuando el caso amerite, por tal motivo se describe la infraestructura, los planos, la fibra óptica, equipos de transmisión, instalados en el edificio matriz de la Universidad Israel y el modelo de mantenimiento preventivo y correctivo.

1.2. El problema

Los posibles problemas que puede experimentar el sistema de fibras ópticas diseñado y construido por estudiantes de la Universidad Israel, durante su funcionamiento son: las fallas en los conectores, que son producidas por el polvo, arañazos, huellas dactilares, y otros medios de contaminación que causan pérdida permanente en los extremos del conector, los cuales una vez afectados dificultan la comprobación; además la cantidad de instalaciones en un canal, ocasionan pérdidas; el grado de curvatura, donde la superficie convexa del punto de conexión debe alinearse bien al punto de conexión; la altura de la fibra, que es cuando sobresale y no se acopla bien al conector; los conectores flojos ocasionan pérdidas y errores en la información; las roturas de la fibra, no permite que la luz se propague en una misma dirección.

Existen dos factores claves que determinan el mantenimiento de la fibra óptica, estos son: personal capacitado que ejecute las operaciones y el capital financiero disponible que permite realizar el mantenimiento preventivo y correctivo. Es indiscutible que las sistematizaciones de mantenimiento son costosas, por esta razón se requiere de personal profesional que realice la planificación y personal técnico capacitado en la ejecución de los trabajos, es por esto que el mantenimiento de la fibra óptica es fundamental, esto garantiza la funcionalidad precisa, eficiente y eficaz en la transmisión de la información.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Diseñar el modelo de mantenimiento preventivo y correctivo aplicado a la red de fibra óptica construida en el edificio matriz de la Universidad Israel.

1.3.2. Objetivos específicos

- Fundamentar los aspectos teóricos y conceptuales de la fibra óptica.
- Describir el modelo de mantenimiento preventivo y correctivo a ser aplicados en la red de fibra óptica de la Universidad Israel.
- Realizar los formatos entregables dentro de los mantenimientos preventivos y correctivos.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Definición de red óptica

Las redes de fibra óptica suministran gran variedad de servicios a los usuarios, proporcionándoles mayor ancho de banda mediante la instalación de fibra óptica.

“La utilización de arquitecturas pasivas permite reducir los costos y son utilizadas principalmente en las redes FTTH. Por contrapartida, el ancho de banda no es dedicado, sino multiplexado en una misma fibra en los puntos de acceso de red de los usuarios”. (Redes de Acceso, 2011)

Los costos que permite reducir la utilización de arquitecturas pasivas van desde el ahorro en la inversión de equipos y cables, menor consumo de energía, optimización en el uso del espacio, y las comunicaciones más confiables por el uso de cables de fibra óptica.

Las redes tipo PON (Pasiva Óptica Network) son redes que tienen mayor ancho de banda y mejoran la calidad de servicio en los enlaces de comunicación con fibra óptica. Una red PON está integrada por equipos como: terminador de red Óptico (OLT, Óptica Line Termination) en la central local del proveedor de servicios y una serie de Unidades de Red Ópticas (ONU, Optical Network Units) próximo a los usuarios de acceso. En la figura 1 se describe un esquema de red de fibra óptica. (Maya, 2011)

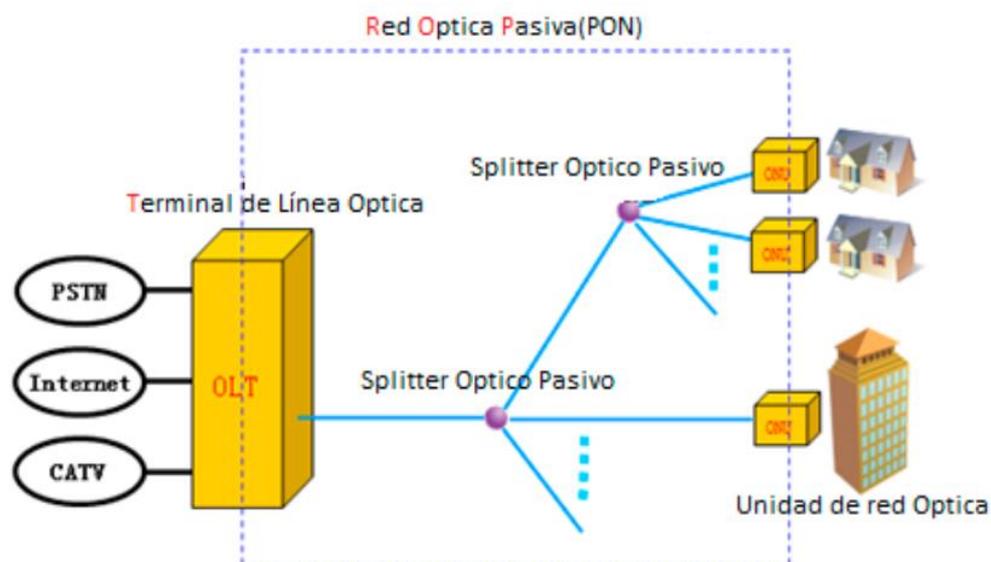


Figura 1 Red óptica pasiva

Fuente: www.dspace.esPOCH.edu.ec

Las redes PON existen desde la década de los años 90, pero en los últimos años el avance tecnológico es muy considerable, que obliga a todas las operadoras a cambiar las infraestructuras y empezar a utilizar en forma masiva enlaces de fibra óptica, mejora la calidad de servicio que se entrega a los usuarios. (Maya, 2011)

2.2. Fibra óptica

La fibra óptica se implanta como el eje central entre los medios de trasmisión, fundamental propósito en las redes de telecomunicaciones, es importante su admisión, que la gran cantidad de tráfico de datos se lo construye por medio de cables submarinos, que une las comunicaciones entre todos los países del mundo, su estructura construida con altas tecnologías proporciona la trasmisión de información a altas velocidades por medio de la luz. (University of Malaga, 2014)

Este concepto surge con la dedicación de encapsular luz dentro de un material dieléctrico, con atenuación mínima y libre de interferencia de radio frecuencias, protegido de circulación de corriente eléctrica. (University of Malaga, 2014)

A sus inicios se utilizó en su fabricación el vidrio, con un espesor que oscila entre las unidades de micrómetros, mucho más fina que el espesor de un cabello humano. En síntesis la fibra óptica es una guía de onda dieléctrica que opera en altas frecuencias, en el orden de los Terahercios (THz). (Rodríguez, 2003)

La fibra óptica se refleja como un tipo de varilla muy delgada y flexible construida de material transparente como lo es el vidrio, libre de conductividad dieléctrica y con una capacidad de concentrar y transmitir luz con escasa pérdidas de trasmisión de información, aun cuando la fibra este curvada. Dentro de la fibra óptica se encuentra los filamentos que se puede comparar con el grosor de un cabello humano alrededor de 0,1 mm, en cada filamento se describe tres elementos: (Hernández, 2013)

- “Fuente de luz: LED o laser.
- El medio transmisor: fibra óptica.
- El detector de luz: fotodiodo”. (Hernández, 2013)

La fibra óptica está compuesta compuestos por:

- “Núcleo
- Manto

- Recubrimiento
- Tensores
- Chaqueta". (Hernández, 2013)

Los elementos mencionados constituyen la estructura fundamental de la fibra óptica, cada elemento cumple funciones específicas indispensables que cumplen normas y estándares en su construcción y funcionamiento. En la figura 2 se aprecia la fibra óptica monomodo instalada en la Universidad Israel.



Figura 2 Fibra óptica

Fuente: www.milestone.com.ec

2.3. Tipos de Fibra Óptica

Hay diferentes clasificaciones de fibras ópticas, pero elementalmente constan dos tipos: fibra multimodo y monomodo, su diferencia primordial se encuentra en sus núcleos, pueden ser de 50 micrómetros y 62,5 micrómetros. En la figura 3 se muestra los tipos de núcleos de fibra óptica. (FibreMex, 2015)



Figura 3 Tipos de núcleo de fibra óptica

Fuente: www.dspace.esPOCH.edu.ec

2.3.1. Fibra óptica monomodo

Una de las principales características de la FO monomodo radica en el tamaño reducido del núcleo, de muy baja atenuación y una gran capacidad de ancho de banda. La dispersión del haz de luz recorre de forma paralela con el eje de la fibra, que sigue una sola trayectoria. Son similares en su propagación mediante los saltos escalonados de la fibra multimodo, con un diámetro de núcleo entre los 5 micrones y 12 micrones, permite que la propagación se realice de un solo modo. (FibreMex, 2015)

Al tener una dispersión modal muy baja, permite tener anchos de banda sorprendentes, con la capacidad de transmitir grandes cantidades de información a largas distancias por sus bajas pérdidas. Este tipo de fibra se utiliza en enlaces ópticos a distancias mayores a 10 km inclusive se comprobó su eficiencia en enlaces mayores a 100 km sin necesidad de amplificadores. (FibreMex, 2015)

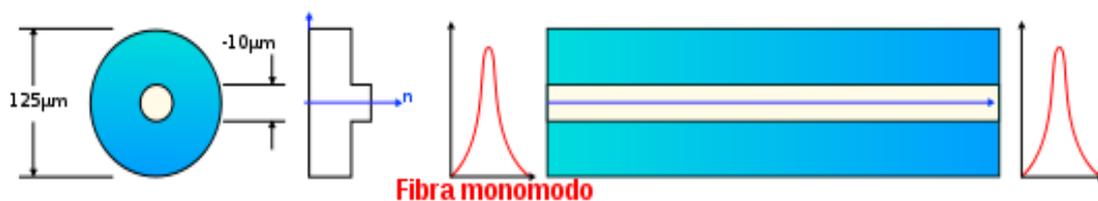


Figura 4 Fibra monomodo

Fuente: <http://cactuspinchudo.tumblr.com>

La fibra monomodo es muy susceptible a la tensión mecánica, empalmes defectuosos, mala implementación, entre otras. Se recomienda el uso de fuentes de luz láser como transmisión de información. En la figura 4 se puede apreciar la propagación de un haz de luz en un solo modo. (FibreMex, 2015)

2.3.2. Fibra óptica multimodo

La fibra óptica multimodo tiene la particularidad en la que la propagación de los rayos de luz pueden circular por distintos modos o caminos, por lo que no todos los rayos llegan al mismo tiempo. Dado su gran diámetro en el núcleo, es mucho más sencillo al momento de realizar conexiones y se adapta de mejor manera a componentes de baja precisión, sin embargo no es apta en la transmisión a altas velocidades y tramos extensos. De acuerdo al tipo de índice de refracción en el núcleo se clasifica en dos tipos: (FibreMex, 2015)

Salto de índice: Esta clase de índice es permanente en el núcleo, por lo que la propagación nodal es grande.

Gradiente de índice: Esta clase de índice es muy diferente porque el núcleo está hecho por materiales diferentes. En este índice la propagación modal es menor

En esta clase de fibra óptica, las dimensiones del núcleo es de $62.5 \mu\text{m}$, su diámetro de revestimiento tiene $125 \mu\text{m}$. Por lo expuesto, las dimensiones del núcleo son grandes, fácil de conectar en dispositivos que tienen menor precisión y mayor tolerancia. La dispersión de los haces de luz en esta clase de fibra suele ser diferente por las condiciones de dispersión del núcleo. (FibreMex, 2015)

Por lo indicado anteriormente la fibra multimodo soporta diferentes modos de dispersión con limitaciones de la propagación modal. Las características dependen de los medios de la introducción de potencia en la excitación metódica o modal. En la figura 5 se puede observar los índices, el salto de índice y el gradiente de índice.

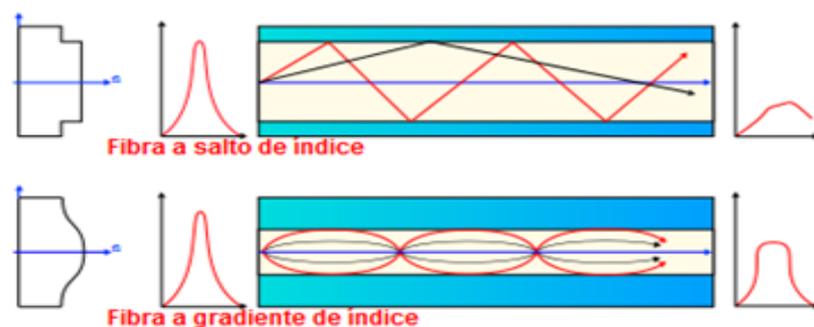


Figura 5 Tipos de índices fibra multimodo

Fuente: <http://cactuspinchudo.tumblr.com>

2.3.3. Ventajas de la Fibra Óptica

- Son de fácil instalación, y presentan un amplio ancho de banda con acceso continuo e ilimitado todo el día, donde los datos son transmitidos a grandes velocidades y sin congestiones.
- Este tipo de fibra por ser delgado y dúctil reduce mucho espacio al momento de su instalación a diferencia del cable trenzado o coaxial.
- Por medio del sistema convencional los usuarios se conectan a velocidades de veintiocho mil o treinta y tres mil seiscientos bps, y gracias al sistema de fibra la navegación por Internet se produce a velocidades entre 2 millones bps.

- Para fabricarla se obtiene materia prima del medio ambiente en forma abundante, resistente a la corrosión, al frío y al calor.
- Totalmente compatible con la tecnología digital, permiten disfrutar de sonido y video en tiempo presente.
- Está protegida por las interferencias comunicativas, al unir varias fibras se puede enviar mayor número de tráfico. (Del Valle, Dupré, & Parra, 2002)

2.3.4. Desventajas de la Fibra Óptica

- Sólo pueden tener acceso al servicio que ofrece la red de fibra FO, los usuarios que vivan en las áreas de concesión y que esté construida redes de fibra óptica.
- La instalación de fibra tiene costos altos, las empresas distribuidoras no facturan por los tiempos que se utiliza, cobra por la cantidad de información que se envía al ordenador medido en Mgb.
- Una fibra rota es difícil de reparar por ser muy frágil.
- Al momento de realizar empalmes las fibras deben estar bien alineados caso contrario existe pérdidas de la señal de información.
- Al ejecutar soldaduras y empalmes, debe existir un personal especializado y con equipos sumamente sofisticados. (Del Valle, Dupré, & Parra, 2002)

2.4. Elementos de Fibra Óptica

Es relevante identificar las características de los conectores y los modelos de dispositivos que se instala en la red de fibra óptica y tener una visión clara de cómo funcionan estos elementos, de tal manera que se realice a cabalidad el mantenimiento en la red de fibra de la Universidad Israel.

2.4.1. Conectores ópticos

Son dispositivos pasivos que sirven en enlaces ópticos, que permiten el alineamiento de dos fibras ópticas entre sí. Depende del tipo de fibra óptica sea monomodo o multimodo, se utiliza el tipo de conector, los principales son: ST, SC, FC y LC, los conectores en mención son muy importantes en la construcción de redes ópticas, la instalación debe ser efectiva, precisa y evitar pérdidas en la transmisión de información. (Technowired, 2016). En la figura 6 se puede observar los tipos de conectores.



Figura 6 Tipos de conectores

Fuente: TechnoWired, 2016

2.4.2. Conector SC

Es un conector cuadrado que se asegura con presión al conectar. Se utiliza más con fibras monomodo, que se usa frecuentemente por su facilidad de conexión y desconexión. Por su excelente desempeño, tiene estandarización TIA-568-A, este tipo de conector es muy utilizado, se conecta con un movimiento simple de inserción evita pérdidas en la transmisión de información. (Technowired, 2016). En la figura 7 se observa el conector SC.

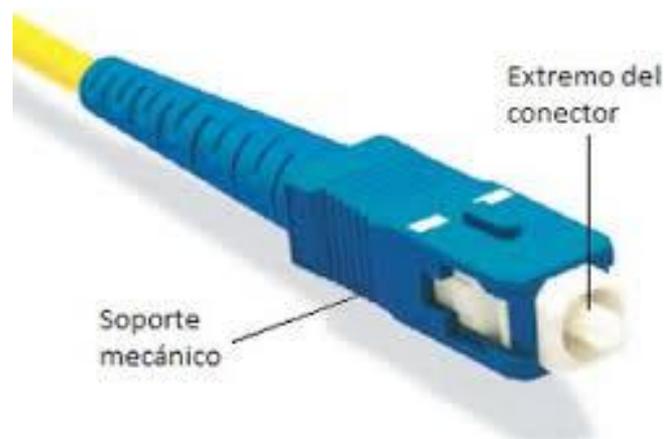


Figura 7 Fibra óptica-conectores

Fuente: TechnoWired, 2016

2.4.3. Transceptor óptico

El transceptor o transductor, es un dispositivo que tiene la función de transmitir el valor de la potencia de un punto a otro, cambiando su estado de información. Los Transceptores conducen señales analógicas y digitales, pueden utilizar tecnologías inalámbricas o también cables. . (CISCO, 2015). En la red de fibra instalada en la Universidad Israel se instaló los transceptores SFC, como se observa en la figura 14.



Figura 8 Transceiver o transceptor óptico SFP

Fuente://co.class.posot.com

2.4.4. Acopladores ópticos

La función principal de los acopladores ópticos, es la de alinear con precisión los conectores, esto facilita la prolongación del haz de luz en ambos extremos, sujetan y aseguran de tal manera que garantiza una posible desconexión, deben ser de buena calidad que cumpla con los estándares EIA/TIA 604-3A, JIS C5973 F04 y otros. (FibreMex, 2015). En la figura 15 se puede observar un tipo de acoplador SC instalado en la Universidad Israel.

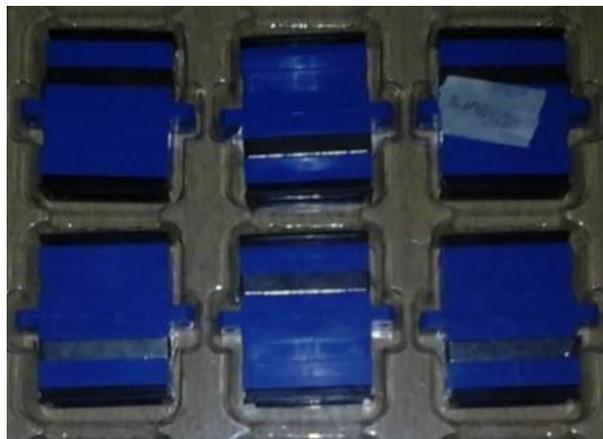


Figura 9 Acoplador multimodo/monomodo SC dúplex

Fuente: <http://www.interlan.com.mx>

2.5. Fibra óptica consideraciones de limpieza

La contaminación más frecuente es la acumulación de grasa y polvo, que ocurre al momento de manipular con las manos el cable e instrumentos, debido a esto los cuidados de limpieza son de gran importancia y las principales consideraciones son las siguientes según (National Instruments Corporation, 2010):

- “Cada vez que estén separados o unidos se deberán limpiar los componentes de la fibra óptica.
- Un componente de la fibra óptica que contenga fibra sujeto a una corriente puede tener un nivel de baja potencia que queme el material de limpieza en la superficie, por tanto no se debe limpiar”. (National Instruments Corporation, 2010)

Las técnicas de limpieza recomendadas por los fabricantes son innumerables, sin embargo se mencionan las más importantes a continuación:

- Limpieza en seco.
- Limpiadores libres de presencia de pelusa.
- Aire envasado.
- Uso de alcohol 99% isopropílico.
- Verificación de limpieza con el fibroscopio.
- Uso de paños húmedos.
- Uso de esponjas limpiadoras.

2.5.1. Conectores de fibra óptica y la limpieza

Los conectores se diseñaron con la finalidad de proporcionar un funcionamiento confiable durante varios años. Sin embargo, el garantizar una pérdida mínima de datos y un funcionamiento óptimo, es muy importante que los ferrules y los extremos de la fibra óptica se mantengan limpios siempre. Una limpieza apropiada evita la acumulación de suciedad, polvo y otras sustancias extrañas, sobre todo en el espacio entre conectores en el adaptador. (Grupo Cofitel, 2011).

Es necesario limpiar los conectores como los puertos de fibra óptica, antes de realizar una conexión o prueba, mantener la fibra óptica y las superficies finales limpias son sumamente importantes, y es uno de los requerimientos más críticos el asegurar

mediciones precisas. Superficies dañadas o contaminadas son un impacto directo al desempeño del funcionamiento óptico. En la figura 8 se muestra los tipos de contaminación que se produce en los conectores. (Grupo Cofitel, 2011).

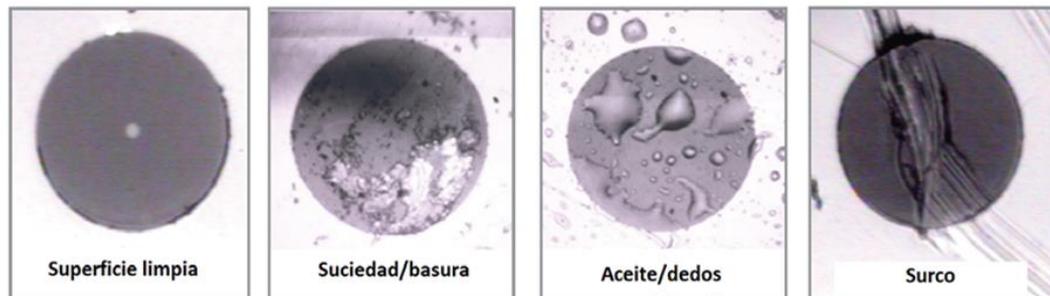


Figura 10 Tipos de contaminación.

Fuente: www.c3comunicaciones.es

2.5.2. Conectores protocolo de limpieza

La limpieza de los dispositivos de fibra es importante en la instalación de equipos y redes ópticas. Si existe contaminación en los puntos de conexión, provoca errores en la transmisión de información.

“Una partícula que bloquea parcialmente o totalmente la base genera las reflexiones posteriores fuertes, que pueden causar la inestabilidad en el sistema láser. Las partículas de polvo atrapadas entre dos caras de fibra pueden raspar las superficies de vidrio. Incluso si una partícula se sitúa solamente en el revestimiento o el borde puede causar una brecha de aire o un desalineamiento entre las membranas de la fibra que degraden perceptiblemente la señal óptica”. (CISCO, 2015)

Sin duda alguna el polvo puede comprometer la integridad de la transferencia de la información, también el polvo, aire (vapor condensado), solventes, e incluso la grasa de las manos. Siempre se debe inspeccionar y verificar si existe o no contaminación puede hacer uso de varias herramientas como el fibroscopio que permite diagnosticar los fallos, esto efectivamente asegurará la integridad de los componentes de la fibra óptica. (CISCO, 2015)

Los contaminantes sueltos (polvo, suciedad, etc.) y los contaminantes de aceite (grasa, huellas de dedos, etc.) pueden ser removidos con una apropiada limpieza, mientras que los defectos permanentes (poros, virutas, rasguños, etc.) requieren el reemplazo inmediato del conector. (CISCO, 2015)

IMPORTANTE: Inspeccionar los conectores ópticos luego de ser limpiados, asegurar que la limpieza sea un éxito y comprobar que la superficie del conector no fue dañada (agrietada o porosa).

PRECAUCIÓN: Nunca observar directamente una fibra en el momento que se realizan pruebas de medición del otro lado. La radiación laser es dañina en la ojos y puede causar daños irreparables en a la vista.

2.5.3. Procedimiento de limpieza

Existen importantes estándares y normas acerca de calidad de superficie final y limpieza de fibra óptica, estos son:

- **IEC 61300-3-35 (Fibre Optic Interconnecting Devices and Passive Components - Basic Test and Measurement Procedures).** Este estándar indica los requerimientos visuales de que es aceptable y que no es aceptable luego de la una inspección visual de la superficie del conector. (Zambrano, 2015)
- **IPC 8497-1 (Cleaning Methods and Contamination Assessment for Optical Assembly).** Este estándar describe los métodos de inspección y limpieza de interfaces ópticas. (IPC, 2005)
- **IEC 62627-01 (Fibre Optic Interconnecting Devices and Passive Components - Fibre Optic Connector Cleaning Methods).** Estándar que describe algunos métodos, como también herramientas en una adecuada limpieza, y enfatiza la necesidad de limpiar los conectores de fibra óptica. (Nexans, 2015)

2.5.4. Técnicas de limpieza

2.5.4.1. Técnica de inspección

En esta técnica se utiliza un fibroscopio, que visualiza la superficie del conector de fibra óptica, un fibroscopio es un microscopio adaptado al uso con componentes ópticos, proporciona aumentos de 200X, 400X, 600X o hasta 800X, normalmente se requieren adaptadores especiales con los cuales se puede inspeccionar los conectores instalados en una red óptica. (CISCO, 2015). En la figura 9 se observa el fibroscopio y un adaptador especial.



Figura 11 Fibroscopio que visualizar la superficie del conector

Fuente: www.cisco.com

2.5.5. Tipo cartucho

Estos cartuchos son recargables, utilizan un limpiador hecho de tela de microfibra densamente tejida que pueden quitar todo tipo de contaminante. (CISCO, 2015)- En la figura 10 se indica tres tipos de cartuchos utilizados para la limpieza de conectores.



Figura 12 Técnica de limpieza tipo cartucho

Fuente: www.cisco.com

2.5.6. Tipo lápiz

Estos utilizan una hebra limpiadora seca, que se puede barrer y remover suavemente el polvo de la cara externa del conector, existen modelos de 2.5 mm, 1.25 mm y otros especiales. La capacidad es mayor a 500 limpiezas por unidad. (CISCO, 2015). En la figura 11 se indica el tipo de esponjas tipo lápiz utilizadas en la limpieza de conectores de fibra óptica.

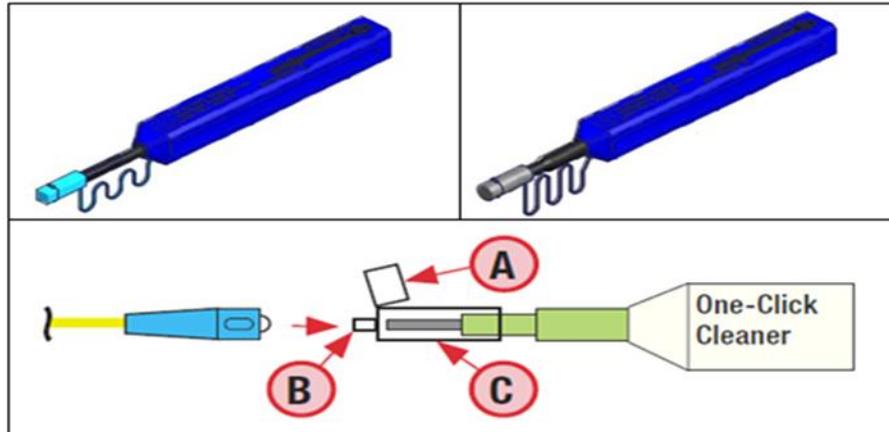


Figura 13 Esponjas limpiadora tipo lápiz

Fuente: www.cisco.com

2.5.7. Paños sin pelusa (Lint-free)

Técnica que radica en doblar la hoja del paño y se forma un cuadrado de cuatro u ocho capas y deslizarse por el conector sobre este cuadrado. (CISCO, 2015). En la Figura 12 se puede observar dos tipos de paños libre de pelusas.



Figura 14 Paños libre de pelusa

Fuente: www.cisco.com

2.5.8. Esponjas libres de pelusa (Lint-free)

Esta técnica consiste en presionar suavemente la esponja sobre la cara del conector se gira alrededor la esponja hasta que la superficie y sus alrededores del conector estén limpios. (CISCO, 2015). En la figura 13 se observa cómo se realiza esta técnica de limpieza.

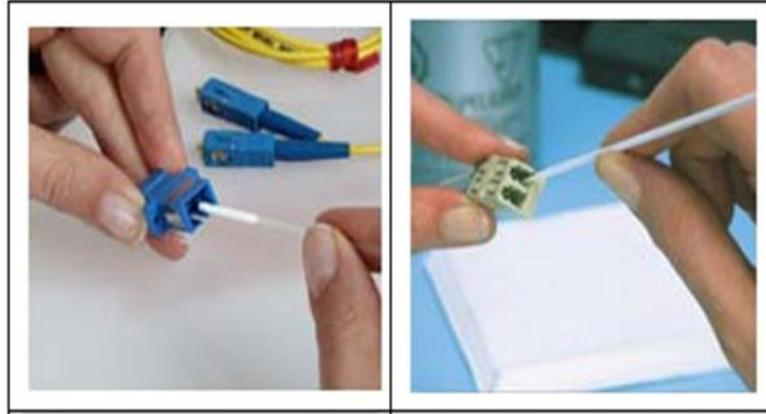


Figura 15 Esponja limpiadora

Fuente: <http://www.cisco.com>

2.6. Distribuidores ópticos

2.6.1. Rack distribuidor de fibra óptica

El rack tipo armario, sirve en la distribución de los puntos de fibra óptica, es la matriz de la información, donde se instalan todos los equipos como Switch, ODF y demás dispositivos, facilita el mantenimiento de la red como también a conectores y cables que deben mantener el radio de curvatura y el camino de ruteo de la fibra óptica. (Milestone Technologies, 2015). En la figura 16 se puede apreciar uno de varios modelos de Rack.



Figura 16 Rack administrador de fibra óptica

Fuente: www.interlan.com.mx

2.6.2. Switch o Conmutador

El Switch llamado también conmutador Ethernet, es un equipo con diferentes puertos, que tiene la función de realizar conexiones con equipos instalados en la red. En la figura 17 se observa un modelo de Switch tipo Ethernet.



Figura 17 Switch o conmutador

Fuente: www.milestone.com.ec

Ethernet es un estándar de redes de área local, sirve también en computadores con acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones (CSMA/CD). El nombre viene del concepto físico de ether. (Optronix, 2015).

2.6.3. Distribuidor de Fibra Óptica ODF

El ODF es un organizador y distribuidor de fibra óptica, se conectan los patch cords desde el ODF hacia los puertos del Switch, hay que evitar torceduras de la fibra y mantener un mínimo grado de curvatura. (Optronix, 2015). En la figura 18 muestra el modelo de un ODF.

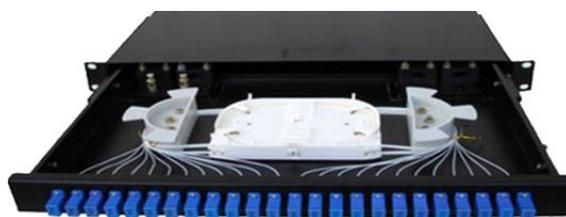


Figura 18 ODF de montaje en Rack, de 48 adaptadores

Fuente: optronics.com.mx

Es importante que los ODFs mantengan área suficiente, esto permite la instalación de reservas de los patchcords, las bandejas tienen que ser deslizable, que se pueda manipular la fibra mediante las conexiones de patcheo. Los tipos de patcheo que se puede realizar en un ODF son transversal o frontal.

2.6.4. Distribuidor Preconectorizado

Es un proceso integral de cableados ópticos con extremos en pigtails que descartan la necesidad de efectuar terminaciones en el campo, de esta manera se disminuye el tiempo y el costo durante la instalación, con menores pérdidas de señal debido a que se logra una terminación e interconexión de fibra óptica en puntos centrales, que permite la calidad en la transferencia de la información, obtiene una rápida y efectiva conexión en el servicio de redes. (Optronix, 2015). En la figura 19 se puede observar un tipo de distribuidor preconectorizado.



Figura 19 Distribuidor preconectorizado

Fuente: optronics.com.mx

2.6.5. Distribuidor óptico tipo rack

Este distribuidor permite la unión de la planta interna y externa, disminuye el tiempo y coste en las instalaciones, la principal ocupación es organizar las fibras, y así facilitar la conexión de las redes. Los compartimientos de conexión y empalmes quedan dentro del distribuidor con seguridad y protección al sistema. (Conmutel, 2012). En la figura 20 se puede apreciar el distribuidor óptico tipo Rack.



Figura 20 Distribuidor óptico tipo Rack

Fuente: conmutel.wordpress.com

2.7. Herramientas

En la tabla 1 se describe las principales herramientas que se utiliza en la instalación de la fibra óptica, que facilita el mantenimiento preventivo y correctivo.

Tabla 1 Herramientas usadas en el manejo de fibra óptica

| IMAGEN | NOMBRE | DESCRIPCIÓN |
|---|--|--|
|  | Removedor de cubierta | Estas herramientas sirven para quitar el forro con mayor de los cables con mayor facilidad. |
|  | Cortadora holgada de tubos | Se utiliza para cortar las fibras cuando están dentro de un tubo holgado |
|  | Peladoras | Peladoras de cubiertas y recubrimiento de diferentes medidas. |
|  | Herramientas de paladin y crimpeo | Sirven en la conectorización de campo, en el laboratorio se utiliza en diferentes conectores. |
|  | Cortadoras de FO | Se le conoce como punta de diamante sirve en la construcción de cualquier conector |
|  | Disco de pulido | Se utilizan en el pulido de conectores. |
|  | Mangas de Empalme | Este ayuda a proteger la fusión realizada en evitar movimiento en el punto de fusión y ruptura |
|  | Lijas de óxido de aluminio o de diamante | Son lijas especiales de pulir conectores |
|  | Herramientas de fusión | Este kit tiene herramientas completas de funcionamiento de fibra óptica que garantiza un trabajo eficaz y eficiente. |

Elaborado por: El autor

2.8. Equipos para medir fibra óptica

Los técnicos que realizan el mantenimiento preventivo y correctivo deben tener un amplio conocimiento en el manejo de equipos de medición, conocer los modelos de redes de fibra óptica de corta o larga distancia FTTx, CWDM y DWDM, debido a que los equipos que se usan en efectuar pruebas como: medir la potencia, identificar el tráfico, probar y verificar sus cables de red son muy costosos y los daños pueden ser irreparables.

2.8.1. Medidor de potencia

El DIT-2A04 es un medidor óptico low cost que se usa en la auto identificación de la longitud de onda de fibras ópticas, medir la atenuación, evaluar la calidad de los enlaces de transmisión y verificar continuidad, tiene seis longitudes de onda calibradas de 850 nanómetros a 1625 nanómetros. (FibreMex, 2015). En la figura 21 se indica un modelo de medidor de potencia.



Figura 21 Medidor de potencia

Fuente: fibremex.com

2.8.2. Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)

El OTDR se utiliza en la medición de fibra monomodo y multimodo, es un equipo reflectómetro óptico en tiempo real, se puede medir el coeficiente de atenuación y la longitud total del enlace de la fibra óptica.

Las características principales del OTDR es la de visualizar la pérdida de dos puntos y la pérdida conjunta de todas las señales encontrados durante la medición, así

como también las pérdidas en la fibra óptica. Igualmente se puede probar la distancia entre dos puntos y probar el punto de ruptura. (Optronix, 2015)

2.9. Mantenimiento preventivo

Con este tipo de mantenimiento se logra identificar y prevenir fallas, a través de la aplicación de actividades obligatorias y tareas que se deben programar oportunamente, con esto se alcanza disminuir las pérdidas ocasionadas por estas en los equipos y dispositivos instalados en una red de fibra óptica. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2015)

La principal consideración que conviene tener presente en el momento de manipular la fibra, es prevenir el daño y la contaminación de la fibra óptica, los principales daños que ocurren, son el efecto de compresión, erosión y fatiga del cable. En la tabla 2 se indica las principales técnicas que se mencionaron en el párrafo anterior.

Tabla 2 Técnicas de Prevención

| COMPONENTE | FUENTE DEL DAÑO | TÉCNICAS DE PREVENCIÓN |
|------------|------------------------|---|
| Cable | Fatiga | <ul style="list-style-type: none"> • Seguir las normas de diseño de estrés de acuerdo a los fabricantes de la fibra óptica. |
| | Compresión | <ul style="list-style-type: none"> • Evitar colocar objetos sobre la fibra óptica. • Mantener el grado de curvatura de acuerdo a las normas. • Asegurar la tensión correcta en los puntos vulnerables o de alto estrés. • Evitar usar herramientas gruesas. |
| | Erosión | <ul style="list-style-type: none"> • Evitar el contacto con la fibra óptica con superficies afiladas o robustas. • No limpiar la fibra con materiales abrasivos o solventes. |
| Conector | Depósito de partículas | <ul style="list-style-type: none"> • Usar tapas protectoras en conectores de fibra desconectados. • Inspeccionar y limpiar los conectores de fibra antes de unir. |

Elaborado por: El autor

2.10. Modelo del mantenimiento preventivo de la fibra óptica implementado en el edificio matriz de la universidad Israel

Con la finalidad de lograr el mantenimiento preventivo se debe considerar las necesidades primordiales y los procedimientos de mantenimiento en los dispositivos y elementos que componen la red de fibra óptica implementada en el edificio matriz de la Universidad Israel y como llevar a cabo el mantenimiento preventivo. En la tabla 3 se muestra el modelo del mantenimiento preventivo: Requerimientos básicos, las rutinas de mantenimiento y la ejecución del mantenimiento preventivo.

Tabla 3 Modelo de mantenimiento preventivo.

| REQUERIMIENTOS BÁSICOS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO |
|--|
| • Plano general de la red de F.O de la Universidad Israel |
| • Plano de piso por nodos de la Universidad Israel |
| • Escenarios ambientales necesarios |
| • Etiquetado de los equipos |
| • Las fibras ópticas y el etiquetado |
| • Instrumentos de medición |
| RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LOS EQUIPOS |
| • Revisión de la fibra óptica |
| • Revisión de niveles de tensión, conexión a tierra |
| • Revisión de protección en puertos ópticos libres |
| • Revisión de canales de servicio |
| • Revisión de niveles de potencia óptica |
| • Revisión de la temperatura |
| • Revisión de equipos de ventilación |
| EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO |
| • Publicación y entrenamiento |
| • Establecimiento de prioridades |
| • Definición del cronograma |
| • Control de ejecución |
| • Informe de labores del mantenimiento preventivo |
| • Formatos del mantenimiento preventivo |

Elaborado por: el autor

2.10.1. El mantenimiento preventivo y los requerimientos básicos

Antes de realizar las tareas o actividades de mantenimiento preventivo, es relevante tener a disponibilidad los recursos elementales que dará lugar el cumplimiento del programa, a continuación se detalla cada uno de los requerimientos básicos.

2.10.2. Plano general de la red de F.O de la Universidad Israel

Es importante tener pleno conocimiento de lectura de planos de fibra óptica, mediante el cual se puede identificar con exactitud los puntos de conexión, la clase de fibra y los equipos instalados. El plano debe contener la siguiente información:

- La ubicación de los nodos de la red.
- La identificar el modelo de los equipos instalados.
- Topología de la red entre nodos.
- Las rutas de la fibra óptica.
- La capacidad de transmisión total del enlace.

En la figura 22 se observa el plano general y la distribución de la red de fibra óptica de la Universidad Israel.

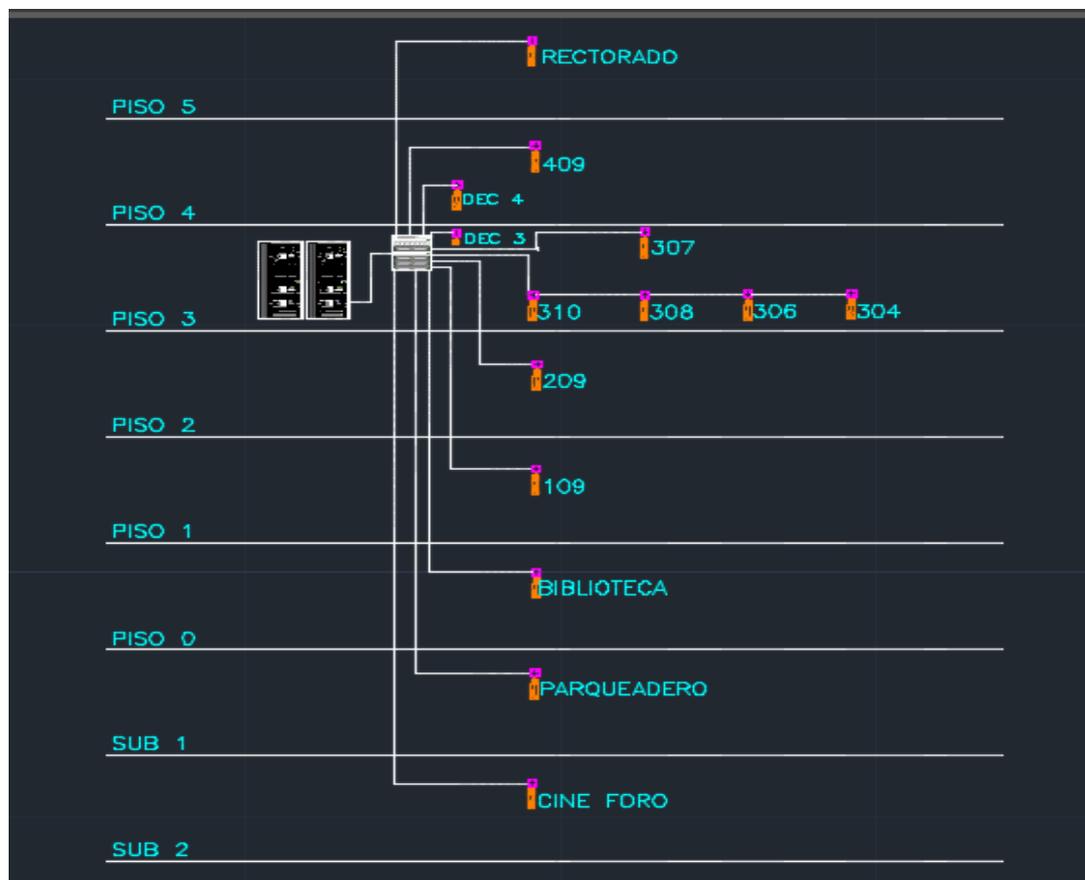


Figura 22 Diagrama esquemático red de fibra óptica de la Universidad Israel

Elaborado por: Jorge Ortiz

2.10.3. Plano de piso por nodos de la Universidad Israel

Es importante conocer la ubicación de los equipos instalados en la Universidad Israel, se requiere tener a la mano el diagrama por piso, esto facilita al personal de operación y mantenimiento dirigirse directamente al lugar preciso donde corresponda elaborar la operación de mantenimiento encargada. En la figura 23 se aprecia el plano con todos sus componentes

El plano debe tener la siguiente información:

- Nombre del nodo.
- Sitio exacto de los equipos.
- Tipificación de equipos en el plano.
- Otra información que sea de utilidad.

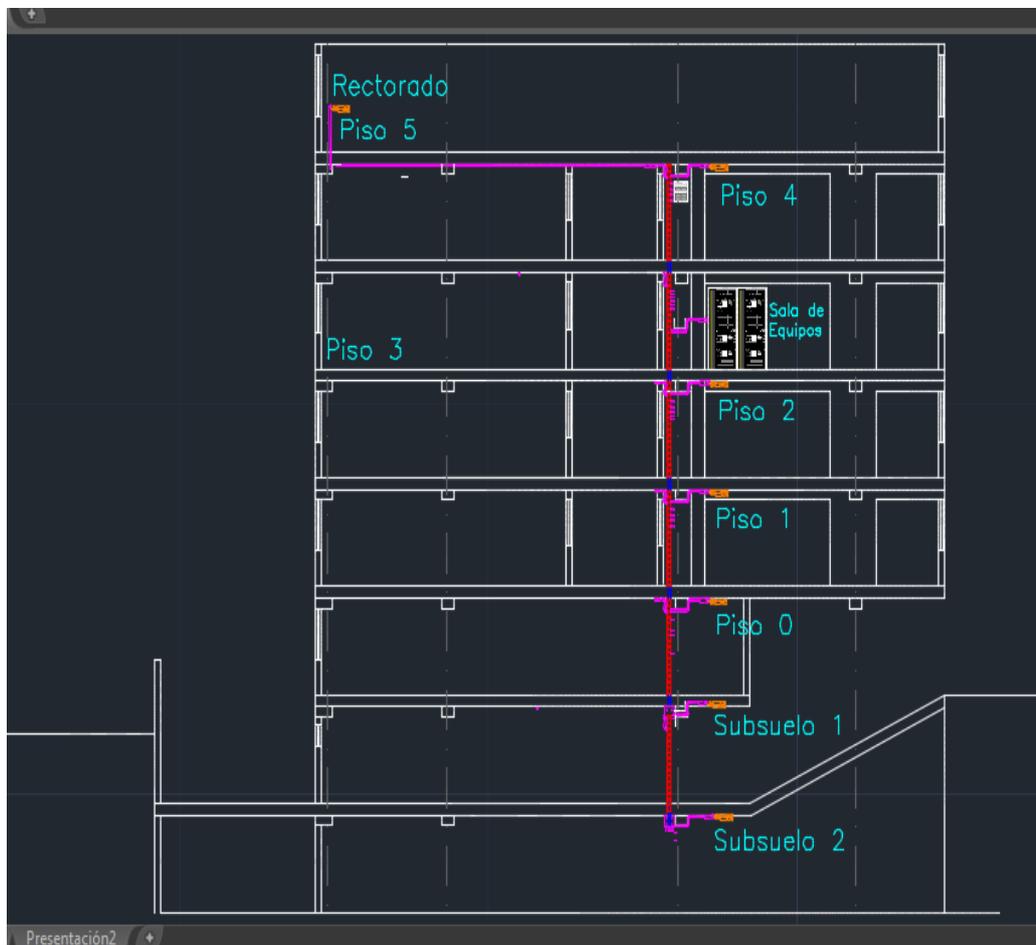


Figura 23 Diagrama de nodos red de fibra óptica de la Universidad Israel

Elaborado por: Jorge Ortiz

2.10.4. Escenarios ambientales necesarios

Los manuales de instalación y operación son suministrados por el fabricante de los dispositivos de telecomunicaciones, esta información es importante, por las situaciones y requerimientos del funcionamiento de los equipos, que están sujetos a normas y estándares, de esta manera se puede evitar el impacto ambiental por daños que produce los equipos de FO.

2.10.5. Etiquetado de los equipos

Todos los equipos y fibras ópticas tienen que estar debidamente etiquetado e identificado con la finalidad que el operario pueda situar cómodamente las tarjeta dentro del dispositivo, al disponer de esta información se marca una gran diferencias en los dispositivos de respuestas, El tipo de identificación que se use, tiene que estar sujeta a los cambios que se realicen en las etiquetas, con la idea de no permitir realizar tachones, marcas borrosas y modificaciones escritas a mano.

2.10.6. Etiquetado de las fibras

Es importante que las fibras ópticas, estén plenamente identificados, con el fin de llegar con mayor facilidad a la reparación de cualquier avería que se produjera. Las normas utilizadas para el etiquetado son:

- TIA/EIA 606-B
- ISO/IEC 14763-1
- EN 50174-1

Las normas ISO/IEC 14763-1 y EN 50174-1 dejan al técnico libre en las tareas de identificación y etiquetado. Las normas TIA/EIA 606-A al contrario determinan reglas precisas que tiene que cumplir el técnico

En el mercado existen diferentes productos que se puede utilizar en etiquetar, no se recomienda usar cinta de papel debido a que pierde con facilidad los impresos.

2.10.7. Instrumentos de medición

Los equipos de medición y las herramientas, son importantes al técnico que realizará el mantenimiento de la red de fibra óptica, con estos instrumentos podrá detectar averías que se presentan en la red de fibra óptica. Los principales instrumentos son:

- “Analizador de BER”.
- Medidor de potencia óptica.
- Reflectómetro óptico – OTDR”. (Blanco, 2006)

De estos instrumentos de medición el OTDR es el que evalúa las propiedades de una fibra de forma más rápida, detecta pérdidas, fallas y la distancia entre sucesos, utiliza las propiedades de dispersión de una fibra en determinar la atenuación.

2.11. Rutinas de mantenimiento preventivo en los dispositivos

- La principal característica del mantenimiento preventivo, son las inspecciones que se realiza de manera programada a los equipos instalados en la red de fibra óptica, que garantiza el funcionamiento eficiente en la transmisión de la información. (Blanco, 2006) Las rutinas de mantenimiento preventivo son:
 - **Revisión de la fibra óptica.-** Se confirma que las señales de datos y la velocidad de transmisión operen con normalidad de acuerdo a los estándares del fabricante.
 - **Revisión de niveles de tensión.-** Estos se determina en todos los lugares de carga que tenga el equipo, de igual manera la alimentación se realiza por medio de fuentes de carga independientes en cada sub-racks, las lecturas tomadas en todos los puntos con el multímetro deben estar acorde al rango que determina, según los parámetros del fabricante.
 - **Revisión de la protección en puertos ópticos libres.-** La verificación de protecciones consiste en revisar que todos los puertos ópticos, estén protegidos con las tapas o capuchones que viene de fábrica, es importante que se revise cada tres meses.
 - **Revisión de los canales de servicio.-** Todos los dispositivos de transmisión tienen uno o más canales de transmisión que tienen la funcionalidad de hacer llamadas a otros puntos de la red, según el número asignado, se verifica con

llamadas alientas a otros puntos de la red. Es recomendable revisar cada tres meses.

- **Revisión de niveles de potencia óptica.-** Los niveles de potencia óptica se revisan en cada puerto de servicio del dispositivo, al realizar este proceso se siguen los siguientes pasos:
 - a) Desconectar las fibras enlutadas al dispositivo óptico.
 - b) Se toma lecturas de potencia de transmisión y recibida transmisión se anota los datos en el formato que se diseñó en esta revisión
 - c) Se limpia con alcohol isopropílico todos los puntos desconectados los puertos y tarjetas ópticas.
 - d) Se revisa que las protecciones estén en situaciones correctas de funcionamiento y se procede a normalizar el servicio.

- **Revisión de la temperatura.-** La temperatura se verifica en el nodo, con un termómetro digital diseñado con este propósito, en la actualidad los equipos vienen instalados sensores de temperatura, mediante los cuales se toma lecturas.

- **Revisión del sistema de ventilación.-** Se retira filtros, ventiladores y se verifica el funcionamiento, si es necesario reemplazarlos caso contrario se realiza el mantenimiento correctivo. Luego de realizar el mantenimiento, se reinstala los equipos y se comprueba que su funcionamiento sea normal.

- **Revisión del panel frontal de alarmas.-** Los dispositivos de transmisión vienen instalados con luces que abdican las alarmas. Se realiza una prueba de las luces de señalización según las pruebas que el dispositivo disponga y se comprueba la señalización auditiva cuando el panel frontal este habilitada.

2.12. Ejecución del mantenimiento preventivo

Antes de realizar el proceso del mantenimiento preventivo debe ser publicado he informar a las autoridades y personal en general de la Universidad Israel, de tal manera que conozcan de las actividades a realizar y la importancia que representa esta acción y no interrumpir las actividades laborables.

- **Establecimiento de prioridades en el mantenimiento.-** Las prioridades que se debe establecer en los puntos que requieren la atención inmediata de mantenimiento, debe estar coordinado con el personal técnico, las prioridades

que se enlisten al ejecutar el mantenimiento hay que realizar en el menor tiempo posible y de acuerdo al cronograma que se presente.

- **Definición del cronograma de actividades.-** Una vez que se presente la lista de prioridades, es necesario realizar el cronograma de mantenimiento en toda red óptica y ejecutar el trabajo en los tiempos establecidos.
- **Control de ejecución.-** El control en la ejecución del mantenimiento preventivo es sumamente importante, esto se controla mediante los datos que se recopila en los formatos previamente diseñados.
- **Informe de labores del mantenimiento preventivo.-** Al término de las labores de mantenimiento es importante y necesario realizar un informe de todas las actividades efectuadas, se utiliza los formatos preestablecidos en esta acción.
- **Ejemplo de informe de labores.-** Cuando se concluye un mantenimiento preventivo se debe elaborar un informe de labores, que indique que acciones se realizaron en los equipos y puntos de enlace.

Equipo:

Switch GS-S2804TM 28x 100/1000Base-X SFP with 4x GbE Combo

Estado del Equipo:

- a) Los enlaces se encuentra operativos con normalidad.
- b) El cuarto de equipos no tienen ventilación automática ni sellado hermético, es inadecuado en el funcionamiento de los equipos.
- c) Los equipos se encuentran con polvo.

Acciones:

- a) Se realizó pruebas de desvanecimiento sin presentar alarmas.
- b) Se colocó nuevas etiquetas.

Revisión de exteriores:

- a) Colocación de nuevas etiquetas.
- b) Revisión, limpieza y pintura de pernos, tuercas de sujeción de tuberías.
- c) Revisión de cajas de empalmes.

Pendientes de realizar mantenimiento:

- a) Ninguno

Conclusiones y recomendaciones:

- a) Las pruebas locales están dentro de los parámetros del protocolo.
 - b) El detalle de las medidas se mostraran en protocolos de mantenimiento.
 - c) En el cuarto de equipos existe presencia de polvo
 - d) En el rack de equipos debe permanecer cerrado para evitar manipulación de la fibra por personas no autorizadas.
- **Formatos que se utiliza en el mantenimiento preventivo.-** La elaboración de los formatos es muy importantes, porque permiten tener un control de todas las acciones que se efectúan en el mantenimiento de la red de fibra, principalmente los protocolos de medida que se toman cada vez que se ejecuta el mantenimiento. Los formatos más importantes son:
 - a) Informe de labores
 - b) Rollback
 - c) Cronograma
 - d) Detalle de pruebas
 - e) Check list de pruebas

2.13. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es aquel que corrige los daños que se produce en los equipos o elementos que conforman la red de fibra óptica. Este tipo de mantenimiento tiene la funcionalidad de localizar las averías o defectos y repararlas de inmediato. Este mantenimiento que se realiza después de producirse una falla en los dispositivos que por su naturaleza no se puede planificar en el tiempo, representa costos por reparación y repuestos que se utilice, por tal motivo se tiene que estar preparado para cualquier daño que se produzca en la red óptica. (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2015). A continuación se describe el procedimiento de mantenimiento correctivo:

- Revisión de alarmas presentadas en el sistema.
- Localización de averías.
- Reparación inmediata de averías.
- Reposición de un servicio provisional si la reparación tiene tiempo largo.
- Etiquetar en los elementos reparados.

- Ejecutar pruebas y medidas que garantice el correcto funcionamiento de los equipos y dispositivos de la red reparada.
- Documentar los trabajos realizados en los formatos previstos por la institución, con fin de llevar un historial de reparaciones.

Cuando se realice cualquier tipo de mantenimiento correctivo, el técnico debe estar capacitado en todos los aspectos, porque es el responsable de los daños producidos en los equipos por la mala manipulación, que por su alta tecnología en algunos casos son irreparables.

En la ejecución del mantenimiento correctivo de fibra óptica, es importante localizar las averías, y repáralo de inmediato, esto ayudara a no interrumpir por completo las actividades diarias de la Universidad Israel, por tal motivo la documentación de instalación del diseño de la red, se debe tener en un lugar accesible que el técnico pueda llegar con mayor facilidad al lugar donde se produce el daño. En la figura 24 se observa el modelo de mantenimiento preventivo y correctivo.

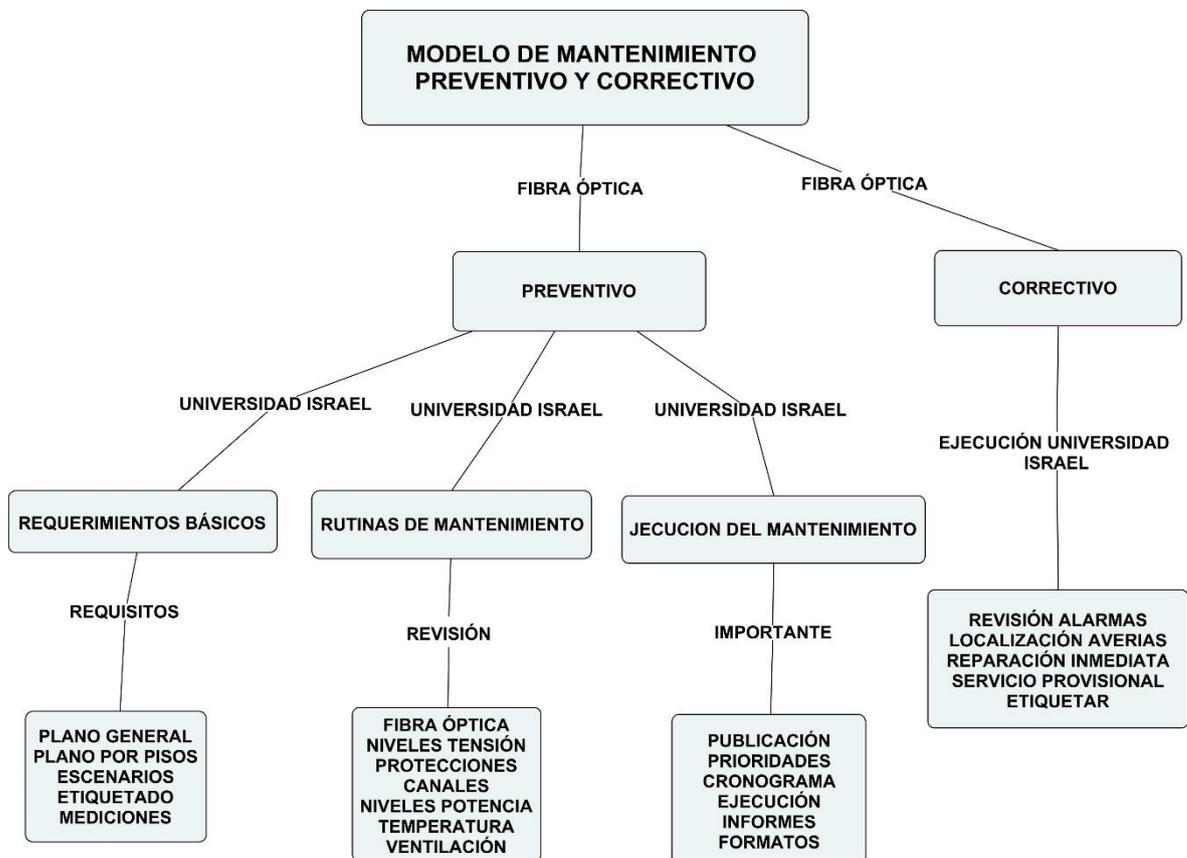


Figura 24 Modelo de mantenimiento preventivo y correctivo

Fuente: El autor

3. IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA FIBRA ÓPTICA EN EL EDIFICIO MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD ISRAEL



Figura 25 Universidad Israel lugar de construcción de la red de fibra óptica

Fuente: Universidad Israel

3.1. Introducción

El tema de estudio está enfocado directamente al mantenimiento preventivo y correctivo de la red de fibra óptica, diseñado y construido por estudiantes de la Universidad Israel en una investigación, previa a este estudio. Se propone un plan periódico de mantenimiento preventivo de acuerdo a un cronograma, de esta manera mejorar las condiciones de funcionamiento de la red y así la institución tendrá una transmisión de información eficiente y eficaz. En cuanto al mantenimiento correctivo se realiza cuando existen fallas en el sistema y por tal motivo se plantea las acciones programadas que no interrumpa el normal funcionamiento de actividades diarias.

Las pruebas se realizarán como se indica en el presente documento. Esto incluye la comprobación de la atenuación y la polaridad de la fibra instalada, con un instrumento de medición de pérdida óptica (OLTS) y la condición del sistema de cableado y sus componentes con un reflectómetro óptico (OTDR). Las pruebas se debe realizar en cada alcance del cableado de conector a conector, y en cada canal del cableado, o sea de equipo a equipo.

Estas pruebas se realiza bajo estrictas medidas de seguridad según la norma ANSI Z 136.2 porque se utilizan láser (Ligth Amplification by Stimuled Emission of

Radiation) y un LED (Diodo Emisor de Luz). Todos los cables, paneles de conexión, conectores y componentes asociados deben estar completamente etiquetados y montados antes de las pruebas.

3.2. Situación actual de la red de fibra óptica en la Universidad Israel

El Back-Bone de fibra óptica instalado en la Universidad Israel, distribuye los puntos de conexión a cada piso, la principal distribución horizontal, se encuentra en las zonas de trabajo del tercer piso, donde existen cinco laboratorios, el decanato y el aula donde se encuentran todos los equipo, los cuales cuentan con un punto de fibra óptica, una parte de la distribución horizontal se encuentra en el laboratorio de informática del cuarto piso. El diseño tanto vertical como horizontal y los nodos del Back-Bone se indican en la Figura 23.

3.2.1. Rack

El RACK se encuentra instalado en el tercer piso aula 309 departamento tecnológico, del edificio matriz de la Universidad Israel, en esta aula está el centro de distribución de la red de fibra óptica vertical y horizontal. El Rack está equipado con el switch, ODF, patch panel, regletas de toma corrientes, el sistema de canaletas y manguera corrugada por donde ingresa los hilos de fibra de todo el edificio. En la figura 26 se observa rack instalado en la Universidad Israel.



Figura 26 Rack instalado en la Universidad Israel

Fuente: Universidad Israel

3.2.2. Back-Bone vertical

De acuerdo a la norma ANSI/TIA/EIA 568-C.1, la instalación de la red de fibra óptica, el cableado del Back-Bone vertical, se instaló en canaletas metálicas, la distribución de los hilos de fibra está instalada en manguera plástica tipo corrugada de tres cuartos de diámetro. En la figura 27 se puede observar la canaleta metálica del Back-Bone vertical y la manguera corrugada, por su interior pasa los hilos de fibra óptica.

A cada piso, incluido los dos subsuelos del edificio, llegan los puntos de conexión, un hilo de fibra como red principal y un hilo como Backup, con proyección que a futuro se pueda construir en los pisos que falta la dispersión horizontal de fibra óptica.



Figura 27 Back-Bone verticales

Fuente: Universidad Israel

3.2.3. Dispersión horizontal

La distribución horizontal se encuentra instalado en el tercer piso, y una parte de esta distribución en el laboratorio de informática del cuarto piso, la construcción de la red está realizada en tubería EMT de una pulgada y tubería metálica flexible BX, en este piso funciona cinco laboratorios y el decanato, en los cuales se instaló un punto de fibra óptica.

En el quinto piso; en donde funciona el Rectorado se instaló un punto de fibra óptica diseño que no contempla en el estudio inicial, este punto está activo las dos líneas la principal y la de backup. En la figura 28 se observa la dispersión horizontal, la caja de empalmes y el punto de conexión de un dispositivo.



Figura 28 Dispersión horizontal

Fuente: Universidad Israel

3.2.4. Cajas de empalmes

Los puntos de conexión se encuentra instalado en cada caja de empalmes, ubicadas en todos los pisos incluido los dos subsuelos, en su interior tienen 1.50 cm como reserva de fibra óptica si existe cualquier emergencia de mantenimiento. En la figura 29 se observa la reserva de fibra antes mencionada.



Figura 29 Caja de empalmes

Fuente: Universidad Israel

3.2.5. Etiquetado

El Back-Bone se encuentra identificado con las respectivas etiquetas de acuerdo a las normas establecidas como se menciona en el apartado 2.10.6, las etiquetas están con el nombre de los puertos, los patchcord de conexión que sale del ODF a cada puerto del switch están correctamente etiquetados. En la figura 30 se puede observar el etiquetado de la red de fibra de la Universidad Israel.



Figura 30 Etiquetado ODF, Switch, fibra óptica

Fuente: Universidad Israel

3.3. Evaluación de la red de fibra óptica de la Universidad Israel

Después de concluir la descripción general sobre la red de fibra óptica de la Universidad Israel, fue necesario realizar una evaluación de la instalación, que incluye el sistema de canaletas metálicas, rack, ODF y la fibra óptica, mediante el cual se realizó una evaluación técnica con un check list, que describe todas las partes del sistema. Adicionalmente se incluyó pruebas de atenuación de las fibras instaladas donde se utilizó equipos de Test: OTDR, Power Meter y Fuente de Luz Óptica.

3.4. Evaluación de la red de fibra óptica de la Universidad Israel

Se elaboró un check list en el cual constan los puntos verificados del sistema de fibra óptica de la Universidad Israel. Las tablas No. 5, 6, 7, 8 puntualizan como está instalado el Back-Bone en las instalaciones de la institución universitaria.

Tabla 4 Instalación de Rack y Switch

| | | |
|--|--|-----------------------------|
| Fijación Correcta de Rack | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Aterramiento correcto de Rack | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Etiquetado de Rack | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Etiquetado de Sistema de Tierra | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Fijación correcta de Switch óptico | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Etiquetado correcto de Switch óptico | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Aterramiento correcto de Switch óptico | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Observaciones: | | |

Elaborado por: el autor

Tabla 5 Instalación de canaletas metálicas y tubería MTE

| | | |
|---|--|-----------------------------|
| Fijación Correcta de Canaletas metálicas verticales | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Fijación correcta de tubería MTE y BX | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Nivel Correcto en Canaletas metálicas verticales | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Nivel Correcto en Canaletas PVC horizontales | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Aterramiento de canaletas metálicas | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Observaciones: | | |

Elaborado por: el autor

Tabla 6 Instalación de ODF

| | | |
|---|--|-----------------------------|
| Fijación Correcta de ODF en Rack | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Fijación Correcta del organizador de Fibras | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Fijación correctas de cajetines | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Etiquetado de ODF | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Instalación de adaptadores SC-SC | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Etiquetado de cajetines instalado en cajas empalmes | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Observaciones: | | |

Elaborado por: el autor

Tabla 7 Instalación de la Fibra Óptica

| | | |
|---|--|-----------------------------|
| Fijación adecuada de fibras en canaleta | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Radio de curvatura adecuada en trayecto de fibras | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Protección de fibra adecuada(manguera corrugada) | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Reserva adecuada en ODF | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Reserva adecuada de fibra en cajetines | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Etiquetación de cajetines, cajas de empalmes y fibras | <input checked="" type="checkbox"/> OK | <input type="checkbox"/> NO |
| Observaciones: | | |

Elaborado por: el autor

3.4.1. Mediciones del sistema de Fibra Óptica

Las mediciones realizadas en la red de fibra óptica de la universidad Israel es: las pérdidas de inserción y de retorno, se utilizó los equipos OTDR y un POWER METER, figuras 31 y 32.



Figura 31 OTDR

Fuente: www.ecuatronic.com.ec



Figura 32 Power Meter

Fuente: www.ecuatronic.com.ec

Para realizar la medida de pérdidas de retorno se conectó un patch cord entre el equipo y el patch cord a ser medido y otro después del patch en medición, con este tipo de medición se verifica la secuencia bidireccional de una posible pérdida de retorno, se

aplicó el método de onda continua. Con este tipo de equipo se evidencia que es menor el nivel de incertidumbre de las mediciones. Como se indica en la figura 33 y 34.



Figura 33 Medida de pérdidas de retorno en el OTDR



Figura 34 Lista de medidas del OTDR

3.4.2. Pruebas realizadas a la fibra óptica de la Universidad Israel

Las pruebas y mediciones realizadas a la red de fibra óptica arrojan resultados positivos de acuerdo a los estándares y normativas como se especifica en la tabla 8.

Tabla 8 Pruebas y mediciones

| SWITCH ÓPTICO 24 PUERTOS | | | | | | | | |
|--|---------------------|-----------------------|---------------------|--------------|----------|-----------------------------|----|----|
| MARCA | CÓDIGO | SERIE | | | | ESTACIÓN | | |
| CTC | GSW-3420FM | P0318V1008421162G0001 | | | | UNIVERSIDAD ISRAEL | | |
| 5 INFORMACIÓN DE INSTRUMENTOS UTILIZADOS | | | | | | | | |
| EQUIPO | MODELO | MARCA | SERIE | | | AÑO FABRICACIÓN/CALIBRACIÓN | | |
| OTDR | AQ7270 | YOKOGAWA | 91G252583 | | | 2007 | | |
| POWER METER | WT-11C | WAVE TESTER | WT60023 | | | 2007 | | |
| ANALIZADOR DE VER | SUNSET SDH | SUNRISE TELECOM | SSSDH16J0736201468 | | | | | |
| 6 PRUEBAS DE INTERNET | | | | | | | | |
| SITIO | VELOCIDAD DE BAJADA | | VELOCIDAD DE SUBIDA | | | TIEMPO DE PING | | |
| LAB 310 | 51.07 Mbps | | 48.90 Mbps | | | 1 ms | | |
| LAB 308 | 49.69 Mbps | | 48.15 Mbps | | | 1 ms | | |
| LAB 306 | 57.67 Mbps | | 57.50 Mbps | | | 1 ms | | |
| LAB 304 | 58.86 Mbps | | 58.78 Mbps | | | 2 ms | | |
| LAB 307 | 56.32 Mbps | | 58.53 Mbps | | | 1 ms | | |
| LAB 409 | 58.61 Mbps | | 56.68 Mbps | | | 2 ms | | |
| RECTORADO | 52.35 Mbps | | 52.71 Mbps | | | 2 ms | | |
| 7 NIVELES DE PÉRDIDA DE INSERCIÓN STATUS | | | | | | | | |
| LONGITUD (m) | INICIO | FINAL | ESTADO | REF MAX (dB) | ID FIBRA | INSERCIÓN (dB) | SI | NO |
| 100 | ODF | RECTORADO | W | 0,79 | A | 0,33 | | |
| 100 | ODF | RECTORADO | W | 0,79 | B | 0,11 | | |
| 8 | ODF | PISO 4 | W | 0,753 | A | 0,35 | | |
| 8 | ODF | PISO 4 | W | 0,753 | B | 0,19 | | |
| 8 | ODF | PISO 4 | CP | 0,753 | A | 0,13 | | |
| 8 | ODF | PISO 4 | CP | 0,753 | B | 0,22 | | |
| 8 | ODF | PISO 2 | W | 0,753 | A | 0,19 | | |
| 8 | ODF | PISO 2 | W | 0,753 | B | 0,24 | | |
| 8 | ODF | PISO 2 | CP | 0,753 | A | 0,43 | | |
| 8 | ODF | PISO 2 | CP | 0,753 | B | 0,44 | | |
| 11 | ODF | PISO 1 | W | 0,754 | A | 0,42 | | |
| 11 | ODF | PISO 1 | W | 0,754 | B | 0,56 | | |
| 11 | ODF | PISO 1 | CP | 0,754 | A | 0,5 | | |
| 11 | ODF | PISO 1 | CP | 0,754 | B | 0,6 | | |
| 16 | ODF | PISO 0 | W | 0,756 | A | 0,4 | | |
| 16 | ODF | PISO 0 | W | 0,756 | B | 0,23 | | |
| 16 | ODF | PISO 0 | CP | 0,756 | A | 0,24 | | |
| 16 | ODF | PISO 0 | CP | 0,756 | B | 0,24 | | |
| 16 | ODF | SUBSUELO 1 | W | 0,756 | A | 0,26 | | |

| 16 | ODF | SUBSUELO 1 | W | 0,756 | B | 0,18 | | |
|--------------|--------------------------------------|------------|--------|--------------|----------|--------------|---------------|----|
| 16 | ODF | SUBSUELO 1 | CP | 0,756 | A | 0,28 | | |
| 16 | ODF | SUBSUELO 1 | CP | 0,756 | B | 0,22 | | |
| 22 | ODF | SUBSUELO 2 | W | 0,759 | A | 0,24 | | |
| 22 | ODF | SUBSUELO 2 | W | 0,759 | B | 0,29 | | |
| 22 | ODF | SUBSUELO 2 | CP | 0,759 | A | 0,41 | | |
| LONGITUD (m) | INICIO | FINAL | ESTADO | REF MAX (dB) | ID FIBRA | PÉRDIDA (dB) | SI | NO |
| 11 | ODF | 307 | W | 0,7544 | A | 0,27 | | |
| 11 | ODF | 307 | W | 0,7544 | B | 0,06 | | |
| 11+5 | ODF | 310 | W | 1.5064 | A | 0,48 | | |
| 11+5 | ODF | 310 | W | 1.5064 | B | 0,66 | | |
| 28 | ODF | 308 | W | 0,7612 | A | 0,4 | | |
| 28 | ODF | 308 | W | 0,7612 | B | 0,5 | | |
| 33 | ODF | 306 | W | 0,7632 | A | 0,09 | | |
| 33 | ODF | 306 | W | 0,7632 | B | 0,5 | | |
| 38 | ODF | 304 | W | 0,7652 | A | 0,32 | | |
| 38 | ODF | 304 | W | 0,7652 | B | 0,3 | | |
| 5 | ODF | DECANO 3 | W | 0,752 | A | 0,24 | | |
| 5 | ODF | DECANO 3 | W | 0,752 | B | 0,47 | | |
| 11 | ODF | DECANO 4 | W | 0,7544 | A | 0,73 | | |
| 11 | ODF | DECANO 4 | W | 0,7544 | B | 0,72 | | |
| 8 | NIVELES DE PÉRDIDA DE RETORNO | | | | | | STATUS | |
| LONGITUD | INICIO | FINAL | ESTADO | REF MIN (dB) | ID FIBRA | RETORNO (dB) | SI | NO |
| 100 | ODF | RECTORADO | W | 26 | A | 77,8 | | |
| 100 | ODF | RECTORADO | W | 26 | B | 48,7 | | |
| 8 | ODF | PISO 4 | W | 26 | A | 55,5 | | |
| 8 | ODF | PISO 4 | W | 26 | B | 54,9 | | |
| 8 | ODF | PISO 4 | CP | 26 | A | 58,5 | | |
| 8 | ODF | PISO 4 | CP | 26 | B | 51,4 | | |
| 8 | ODF | PISO 2 | W | 26 | A | 56,7 | | |
| 8 | ODF | PISO 2 | W | 26 | B | 57,1 | | |
| 8 | ODF | PISO 2 | CP | 26 | A | 55,8 | | |
| 8 | ODF | PISO 2 | CP | 26 | B | 54,8 | | |
| 11 | ODF | PISO 1 | W | 26 | A | 56,3 | | |
| 11 | ODF | PISO 1 | W | 26 | B | 57,5 | | |
| 11 | ODF | PISO 1 | CP | 26 | A | 53,2 | | |
| 11 | ODF | PISO 1 | CP | 26 | B | 54,8 | | |
| 16 | ODF | PISO 0 | W | 26 | A | 55,5 | | |
| 16 | ODF | PISO 0 | W | 26 | B | 59,0 | | |
| 16 | ODF | PISO 0 | CP | 26 | A | 57,1 | | |
| 16 | ODF | PISO 0 | CP | 26 | B | 52,5 | | |
| 16 | ODF | SUBSUELO 1 | W | 26 | A | 54,9 | | |
| 16 | ODF | SUBSUELO 1 | W | 26 | B | 56,8 | | |
| 16 | ODF | SUBSUELO 1 | CP | 26 | A | 57,0 | | |

| 16 | ODF | SUBSUELO 1 | CP | 26 | B | 54,3 | | |
|-------------|--|------------|----------------|-----------------|--------------------|---------------------|---------------|----|
| 22 | ODF | SUBSUELO 2 | W | 26 | A | 58,8 | | |
| 22 | ODF | SUBSUELO 2 | W | 26 | B | 53,9 | | |
| 22 | ODF | SUBSUELO 2 | CP | 26 | A | 55,9 | | |
| 22 | ODF | SUBSUELO 2 | CP | 26 | B | 57,1 | | |
| LONGITUD | INICIO | FINAL | ESTADO | REF MIN (dB) | ID FIBRA | RETORNO (dB) | SI | NO |
| 11 | ODF | 307 | W | 26 | A | 55,6 | | |
| 11 | ODF | 307 | W | 26 | B | 53,8 | | |
| 11 | ODF | 310 | W | 26 | A | 56,8 | | |
| 11 | ODF | 310 | W | 26 | B | 56,8 | | |
| 28 | ODF | 308 | W | 26 | A | 44,7 | | |
| 28 | ODF | 308 | W | 26 | B | 49,0 | | |
| 33 | ODF | 306 | W | 26 | A | 56,24 | | |
| 33 | ODF | 306 | W | 26 | B | 52,8 | | |
| 38 | ODF | 304 | W | 26 | A | 55,2 | | |
| 38 | ODF | 304 | W | 26 | B | 53,2 | | |
| 5 | ODF | DECANO 3 | W | 26 | A | 60,6 | | |
| 5 | ODF | DECANO 3 | W | 26 | B | 52,8 | | |
| 11 | ODF | DECANO 4 | W | 26 | A | 54,4 | | |
| 11 | ODF | DECANO 4 | W | 26 | B | 50,7 | | |
| 9 | PRUEBAS DE BER EN LOOP 155 Mbps | | | | | | STATUS | |
| LONGITUD | INICIO | FINAL | ESTADO | POTENCIA (dBm) | ID FIBRA | ERRORES | SI | NO |
| 8+8 | ODF | PISO 4 | W | -26,3 | A+B | 0.00e ⁰⁰ | | |
| 8+8 | ODF | PISO 2 | W | -10,3 | A+B | 0.00e ⁰⁰ | | |
| 11+11 | ODF | PISO 1 | W | -26,3 | A+B | 0.00e ⁰⁰ | | |
| 16+16 | ODF | PISO 0 | W | -25,1 | A+B | 0.00e ⁰⁰ | | |
| 16+16 | ODF | SUBSUELO 1 | W | -24,4 | A+B | 0.00e ⁰⁰ | | |
| 22+22 | ODF | SUBSUELO 2 | W | -26,1 | A+B | 0.00e ⁰⁰ | | |
| 11+11 | ODF | LAB 307 | W | -21,6 | A+B | 0.00e ⁰⁰ | | |
| 11+11 | ODF | LAB 310 | W | -22,3 | A+B | 0.00e ⁰⁰ | | |
| 28+28 | ODF | LAB 308 | W | -22 | A+B | 0.00e ⁰⁰ | | |
| 33+33 | ODF | LAB 306 | W | -22,2 | A+B | 0.00e ⁰⁰ | | |
| 38+38 | ODF | LAB 304 | W | -22,6 | A+B | 0.00e ⁰⁰ | | |
| 38+38 | ODF | DECANO 4 | W | -24,3 | A+B | 0.00e ⁰⁰ | | |
| 38+38 | ODF | DECANO 3 | W | -26,6 | A+B | 0.00e ⁰⁰ | | |
| 10 | PRUEBA COMPARATIVA DE VELOCIDAD DE DESCARGA | | | | | | STATUS | |
| PRUEBA | PUNTO DE DESCARGA | MEDIO | TAMAÑO ARCHIVO | TIEMPO PROMEDIO | NUMERO DE MUESTRAS | SI | NO | |
| DESCARGA | CONVERTER AULA 304 | FIBRA | 271 Mb | 2.8 s | 14 | | | |
| DESCARGA | SWITCH AULA 304 | CABLE UTP | 271 Mb | 2.95 s | 14 | | | |
| CONFERENCIA | CONVERTER AULA 304 | FIBRA | VIDEO Y AUDIO | 0.93 s | 23 | | | |
| CONFERENCIA | SWITCH AULA 304 | CABLE UTP | VIDEO Y AUDIO | 1.1 s | 23 | | | |

Elaborado por: el autor

3.4.3. Medición de pruebas de inserción

Fibra principal

Tabla 9 Pérdida de inserción Back-bone máster

| Fibra hacia | Longitud | Normativa | Instalada | Estado Normal |
|-------------|----------|-----------|-----------|---------------|
| 5to Piso | 100 m | 0.6006 dB | 0.14 dB | OK |
| 4to Piso | 8 m | 0.6032 dB | 0.51 dB | OK |
| 2do Piso | 8 m | 0.6032 dB | 0.035 dB | OK |
| 1er Piso | 10 m | 0.6004 dB | 0.12 dB | OK |
| Planta baja | 16 m | 0.6006 dB | 0.43 dB | OK |
| Subsuelo 1 | 16 m | 0.6006 dB | 0.14 dB | OK |

Elaborado por: el autor

Fibra backbone backup

Tabla 10 Pérdida de inserción Back-Bone Back-up

| Fibra hacia | Longitud | Normativa | Instalada | Estado Normal |
|-------------|----------|------------|-----------|---------------|
| 5to Piso | 100 m | 0.6006 dB | 0.43 dB | OK |
| 4to Piso | 8 m | 0.6032 dB | 0.51 dB | OK |
| 2do Piso | 8 m | 0.6032 dB | 0.035 dB | OK |
| 1er Piso | 10 m | 0.6004 dB | 0.12 dB | OK |
| Planta baja | 16 m | 0.6006 dB | 0.43 dB | OK |
| Subsuelo 1 | 16 m | 0.6006 dB | 0.14 dB | OK |
| Subsuelo 2 | 22 m | 0.60088 dB | 0.53 dB | OK |

Elaborado por: el autor

Fibra horizontal

Tabla 11 Pérdida de inserción de fibra horizontal

| Fibra hacia | Longitud | Normativa | Instalada | Estado Normal |
|-------------|----------|------------|-----------|---------------|
| 304 | 38 m | 0.6015 dB | 0.45 dB | OK |
| 306 | 33 m | 0.6013 dB | 0.5 dB | OK |
| 307 | 11 m | 0.60044 dB | 0.135 dB | OK |
| 308 | 28 m | 0.6011 dB | 0.6 dB | OK |
| 309 | 4 m | 0.60016 dB | 0.21 dB | OK |
| 310 | 11 m | 0.60044 dB | 0.23 dB | OK |
| Decanato | 5 m | 0.6002 dB | 0.2 dB | OK |

Elaborado por: el autor

Medición de pérdida de retorno

Fibra Backbone principal

Tabla 12 Pérdida de retorno de la fibra Back-Bone

| Fibra hacia | Longitud | ANSI/TIA/EIA568-C3 | Instalada | Estado Norm |
|-------------|----------|--------------------|-----------|-------------|
| 5to Piso | 100 m | 26 dB | 58.8 dB | OK |
| 4to Piso | 8 m | 26 dB | 55.5 dB | OK |
| 2do Piso | 8 m | 26 dB | 56.7 dB | OK |
| 1er Piso | 10 m | 26 dB | 56.3 dB | OK |
| Planta baja | 16 m | 26 dB | 55.5 dB | OK |
| Subsuelo 1 | 16 m | 26 dB | 54.9 dB | OK |
| Subsuelo 2 | 22 m | 26 dB | 58.8 dB | OK |

Elaborado por: el autor

Fibra Backbone Backup

Tabla 13 Pérdida de retorno Back- Bon-up e Back

| Fibra hacia | Longitud | ANSI/TIA/EIA568-C3 | Instalada | Estado Normal |
|-------------|----------|--------------------|-----------|---------------|
| 304 | 38 m | 26 dB | 55.2 dB | OK |
| 306 | 33 m | 26 dB | 56.2 dB | OK |
| 307 | 11 m | 26 dB | 53.8 dB | OK |
| 308 | 28 m | 26 dB | 49 dB | OK |
| 309 | 4 m | 26 dB | 53.2dB | OK |
| 310 | 11 m | 26 dB | 56.8 dB | OK |
| Decanato | 5 m | 26 dB | 52.8 dB | OK |

Elaborado por: el autor

Fibra horizontal

Tabla 14 Pérdida de retorno de la fibra horizontal

| Fibra hacia | Longitud | ANSI/TIA/EIA568-C3 | Instalada | Estado Normal |
|-------------|----------|--------------------|-----------|---------------|
| 304 | 38 m | 26 dB | 55.2 dB | OK |
| 306 | 33 m | 26 dB | 56.2 dB | OK |
| 307 | 11 m | 26 dB | 53.8 dB | OK |
| 308 | 28 m | 26 dB | 49 dB | OK |
| 309 | 4 m | 26 dB | 53,2dB | OK |
| 310 | 11 m | 26 dB | 56.8 dB | OK |
| Decanato | 5 m | 26 dB | 52.8 dB | OK |

Elaborado por: el autor.

3.5. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo en la Universidad Israel se planificó ejecutar una vez al año, se visitará las instalaciones de la Universidad Israel en la que se evalúa los posibles problemas que experimente en el sistema de fibras óptica durante el tiempo de funcionamiento. En conjunto con personal de la Universidad Israel se planteará los siguientes puntos a evaluar al sistema de acuerdo a los siguientes procedimientos:

- **Visita de revisión al sistema de fibra óptica.-** En la visita se realiza un levantamiento de información respecto a las novedades encontradas en la zona de dispositivos, se toma nota de los requerimientos necesarios que debe realizarse en el mantenimiento de la red óptica, se toma en cuenta las aulas, subsuelos y parqueaderos a donde llegan los puntos de fibra óptica, en esta revisión los elementos auditados serán: canaletas, ductos, equipo SW óptico, ODF, reservas, cajetines, accesorios, tapas, entre otras).
- **Evaluación del sistema.-** Una vez recopilada la información del sistema de fibra óptica se procede a evaluar las novedades encontradas, verifica las posibles causas de las fallas y además de identifica los puntos de acción que sirve al realizar el mantenimiento correctivo.
- **Cronograma de actividades-** El cronograma de actividades se define de acuerdo a la prioridad de mantenimiento sin interrumpir las labores diarias en la Universidad Israel.
- **Herramientas y materiales.-** En la tabla 1 se describe las herramientas que son requeridas por el técnico que va a efectuar el mantenimiento preventivo y correctivo de la red de fibra óptica, además debe tener los equipos necesarios en las pruebas de medición, que son elementos importantes que garantiza el buen funcionamiento de la red óptica.

3.5.1. Documentación

La Universidad Israel proporcionará toda la documentación utilizada en el diseño y construcción de la red de fibra óptica, es decir de: instalaciones, módulos, elementos y equipos. Asimismo, el contratista debe mantener actualizada la documentación.

Finalizado el mantenimiento, el técnico deberá devolver la documentación a las autoridades de la Universidad Israel, la original y la actualizada, esta documentación es importante para el personal autorizado a ejecutar cualquier tipo de mantenimiento.

3.6. Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento, se ocupa de todas las averías que se produce en los elementos de telecomunicaciones. Estas actividades serán efectuadas por el técnico seleccionado y capacitado que va a solucionar cualquier tipo de averías que surjan en la red óptica de la Universidad Israel, lo cual deberá ejecutarse de acuerdo a los tiempos establecidos. El mantenimiento correctivo gestionado con eficacia significa:

- La puesta en marcha del equipo y desarrollar las intervenciones con rapidez en el menor tiempo posible.
- Adopción de medidas además de las intervenciones realizadas, con el fin de que éstas no se produzcan en un tiempo prolongado.
- Disminuir el consumo de recursos respecto a materiales y mano de obra, que no impacte el presupuesto de la Universidad Israel en el mantenimiento de la red.

3.6.1. Fallas más frecuentes que se originan en el sistema de Fibra Óptica

Es de gran relevancia conservar los enlaces operativos, descubrir de inmediato las fallas y errores de funcionamiento que se pueden mostrar en el sistema de fibra óptica, estas posibles fallas pueden ser:

- **Fallas en los conectores.** Los factores más importantes que producen pérdidas y daños constantes en los extremos de los conectores, es el polvo, arañazos huellas de las manos, picaduras, esto provoca:
 - Interrupción en la propagación de luz por el polvo.
 - Reducción de la propagación de luz por la grasa de los dedos.
 - Los conectores de fibra sucios contaminan otras conexiones.
 - Los bordes contaminados aumenta los márgenes de error.
- **Las excesivas instalaciones en un canal.** Produce pérdidas admisibles y pérdidas típicas producto de conectores no adecuados, si se conectan muchas instalaciones en un canal, las pérdidas aumenta de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

- **Radio de curvatura.** Debe estar instalado de acuerdo a las normas específicas ajustarse correctamente bien con el conector de acople
- **Altura de la fibra.** La fibra que esta salida no empareja bien al conector o que este demasiado pulido.
- **Conectores desajustados.** Cuando los conectores mal instalados, produce fallas en la transmisión de información.
- **Roturas.** El haz de luz no se propaga en la dirección correcta cuando la fibra óptica está rota.

3.6.2. Solución de problemas en la red de fibra óptica

- **Mantenerla limpia las conexiones.** La mayor causa de fallo es por la suciedad en las conexiones y la comprobación es a través de procesos de pruebas. Las fibras deben estar limpias siempre que se conecten y desconecten. Se puede verificar si las fibras están limpias, con un Fibroscopio.
- **Inspeccionar los puertos del dispositivo.** Los puertos de los equipos (Reuters, switches, NICs) son susceptibles al polvo y la humedad.
- Se deben usar constantemente TIRCs y fibras de dispersión de buena calidad, no usar latiguillos de mala calidad esto evita errores en las pruebas de medición.

3.6.3. Entregables

Los documentos técnicos de infraestructura entregada (reconfiguración o reparación que abarca el mantenimiento correctivo) deben reflejar la situación real del equipo y sistemas, por tanto si no es así, el técnico procederá actualizar la documentación con los datos correctos de instalación. En la documentación entregada constarán las herramientas solicitadas en este procedimiento de información, además tendrá que ser entregada en soporte de papel y en archivo magnético.

Es importante que se entregue un informe técnico al finalizar una reparación solicitada como: mejora o instalación, donde estén detallados los trabajos realizados como: las características y tipo de cables y demás elementos empleados detalles de recorrido y localización, entre otros. Además, de considerar todos los datos respecto a conexiones realizadas en la red. Los resultados de las medidas y pruebas efectuados en la actuación o reparación realizada.

A continuación se presentan los formatos que se puede utilizar en la entrega de informes realizados tanto en el mantenimiento preventivo y correctivo.

| | | |
|---|---------------------------------|---|
|  | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | <i>“Responsabilidad con pensamiento positivo”</i> |
|---|---------------------------------|---|

1. ALCANCE

Ejecución de mantenimiento preventivo

2. IMPACTO

Se realiza pruebas de BER y conmutación. Probable impacto de dos horas.

3. EQUIPOS INVOLUCRADOS SW-CTC-FO

3.1. Elementos Involucrados / Software Releases

Fibra óptica Universidad Israel

3.2. Fecha y hora programada

Fecha: 00h00 04/06/2013 hasta 02h00 04/06/2013

3.3. Duración

Estas actividades tienen una duración de 2 horas.

3.4. Resumen de Actividades

| Item | Equipo | Detalle | Tiempo Corte | Horario | Responsable |
|------|-----------|---|--------------------------|---------------|--------------------|
| 1 | SW-CTC-FO | Pruebas de tributario / pruebas de acuerdo al protocolo. BER | | 09:00 a 18:00 | Universidad Israel |
| 2 | SW-CTC-FO | Etiquetación | | 09:00 a 18:00 | |
| 3 | SW-CTC-FO | Pruebas de conmutación de tarjetas de protección. | 30 minutos Probablemente | 01:30 a 02:00 | |
| 4 | SW-CTC-FO | Medición de voltajes y corrientes | | 01:30 a 02:00 | |
| 5 | SW-CTC-FO | Limpieza, unidades que se pueden extraer sin riesgo de pérdida de servicio. | | 01:30 a 02:00 | |

NOTA 1: Todas las horas son estimadas

NOTA 2: Se establece en esta nota en qué momento se decide respecto a la ejecución o no del Rol back.

4. PROCEDIMIENTO IMPLANTACIÓN

4.1. Lista de Comandos a Ejecutarse

4.2. Documentos que deban adjuntarse de ser necesario

5. MATRIZ DE PRUEBAS / VALIDACIONES

Se detalla las pruebas a ser realizadas:

| TIPO DE PRUEBA | PRUEBAS | EQUIPOS DE MEDICIÓN |
|----------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Local | Captura de Pantallas de Configuración | Computador |
| | Medición de tasa de BER SW-CTC-FO | Pattern |
| | Pruebas de Conmutación SW-CTC-FO | Computador |
| | Pruebas de Conmutación SW-CTC-FO | Computador |
| Energía | Medición de Parámetros de energía. | Pinza Amperométrica y Voltímetro |

6. ROLLBACK (un rollback o reversión es una operación que devuelve a la base de datos a algún estado previo)

Se dispone de lo siguiente como plan de acción:

- Software TNMS CT
- Cables, conectores
- Tarjetas de repuesto

7. RESPONSABLES Y REQUERIMIENTOS

7.1. Responsables

Se detalla las personas que intervienen en el proceso, Universidad Israel

| ROL | NOMBRE | TELÉFONO | RESPONSABILIDAD |
|--------------------|---------|----------|-------------------------|
| Universidad Israel | Técnico | | Pruebas y Mantenimiento |

7.2 Requerimientos

Los requerimientos para desarrollar el trabajo, como accesos a sitio, passwords de usuarios, administradores, etc.

| | | |
|---|---------------------------------|---|
|  | MANTENIMIENTO PREVENTIVO | <i>“Responsabilidad con pensamiento positivo”</i> |
|---|---------------------------------|---|

Equipo: Switch

GSW-3420FM

Estado:

- Están en perfecto funcionamiento los enlaces.
- El cuarto de equipos no tienen ventilación automática ni sellado hermético funciona en el aula de recursos tecnológicos, este sitio no es el adecuado en el funcionamiento de los equipos.
- Los equipos se encuentran con polvo.

Acciones:

- Se realizó una limpieza a las tarjetas que no causen corto de funcionamiento
- Revisión de niveles de voltaje.
- Se realizó pruebas de desvanecimiento sin presentar alarmas.
- Se colocó nuevas etiquetas.

Revisión de exteriores:

- Colocación de nuevas etiquetas borrosas en la fibra y canaletas.
- Revisión, limpieza y ajuste de cajas de empalmes.
- Revisión y sujeción de tubería MT y BX.

Pendientes:

- Ninguno

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- Las pruebas locales están dentro de los parámetros del protocolo.
- El detalle de las medidas se mostrará en protocolos de mantenimiento.
- En el cuarto de equipos está expuesto a manipulación de empleados de Universidad Israel.
- Existió mucha presencia de polvo por limpieza de aulas y pasillos.
- Se recomienda mantener sellado bajo llaves el rack de equipos que no sea manipulado por cualquier persona, solo tenga acceso personal autorizado por autoridades de la Universidad Israel.

3.6.4. Formatos de Informes Mantenimiento correctivo

| | | |
|---|--|---|
|  | MANTENIMIENTO CORRECTIVO INFORME DE AVERÍAS | <i>“Responsabilidad con pensamiento positivo”</i> |
| ANTECEDENTES GENERALES | | |
| SISTEMA O EQUIPO | | |
| DÍA | | |
| HORA DEL EVENTO | | |
| LUGAR | | |
| N° DE AVERÍA | | |
| N° DE ORDEN DE TRABAJO | | |
| DESCRIPCIÓN DEL EVENTO | | |
| | | |
| DETALLE DE LA INTERVENCIÓN | | |
| | | |
| ANTECEDENTES | | |
| | | |
| REPUESTOS UTILIZADOS | | |
| | | |
| ANEXOS (FOTOS, CORREO ELECTRÓNICO, ETC.) | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
|  | MANTENIMIENTO CORRECTIVO INFORME TÉCNICO SEMESTRAL | <i>“Responsabilidad con pensamiento positivo”</i> |
|---|---|---|

| | | |
|--|--------------|--|
| | Fecha | |
|--|--------------|--|

1. Identificación

| | |
|----------------------|--|
| Empresa | |
| Contrato | |
| Servicio | |
| Administrador | |

2. Mantenimiento Preventivo

| | | | | | |
|--|-----|-----------|--|-----------|--|
| Planificado | | Ejecutado | | Pendiente | |
| Observaciones (Justificar mantenimientos pendientes) | 1.- | | | | |
| | 2.- | | | | |
| | 3.- | | | | |
| | 4.- | | | | |

3. Mantenimiento Correctivo

| | | | |
|--|-----|-----------|--|
| Ejecutado | | Pendiente | |
| Observaciones (Justificar mantenimientos pendientes) | 1.- | | |
| | 2.- | | |
| | 3.- | | |
| | 4.- | | |

4. Repuestos

| | | | | | |
|---|-----------------|--|-----------------|------------------------|-------------------------|
| Cantidad de repuestos solicitados / utilizados | | Cantidad de repuestos devueltos | | | |
| Utilización de los repuestos | | | | | |
| Repuesto | Cantidad | Sistema | Estación | Fecha solicitud | Fecha devolución |
| | | | | | |
| | | | | | |

5. Trabajos Fuera de Actas

| | | |
|--|--------------|---------------|
| Cantidad de trabajos fuera de actas | | |
| Lugar | Fecha | Motivo |
| | | |
| | | |

6. Anexos (fotos, informes técnicos, correos electrónicos)

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |

CONCLUSIONES

- En el desarrollo del modelo de mantenimiento preventivo y correctivo, objeto de estudio de este proyecto se describe los dispositivos y equipos que intervienen en la construcción de redes de fibra óptica, también se analiza los tipos de fibras, sus ventajas y desventajas en la transmisión de información, las técnicas y los parámetros que se utiliza en la limpieza de conectores, el estudio de estos conceptos son muy importantes en el equipo técnico que va a realizar el mantenimiento de la red óptica instalada en la Universidad Israel.
- La descripción de los equipos de medición profundiza el conocimiento de los técnicos, esto ayuda a realizar correctas mediciones, con estos instrumentos se puede detectar averías que se puede reparar en el menor tiempo posible.
- La vida útil y el funcionamiento de la fibra óptica instalada en Universidad Israel, depende del mantenimiento preventivo y correctivo que se realice mediante un cronograma adecuado, esto garantiza el trabajo ideal de elementos y dispositivos en la transmisión de información.
- Se tiene claro que la fibra óptica es muy delicada de manipular, por esta razón se construyó la red óptica de acuerdo a las recomendaciones de los estándares ANSI/TIA/EIA 568-C.0, ANSI/TIA/EIA 568-C.1 y ANSI/TIA/EIA 568-C.3. tanto para el cableado horizontal y vertical.
- En el presente documento se describe los formatos entregables del mantenimiento preventivo y correctivo, formatos que son muy importantes para el técnico encargado del mantenimiento, mediante los cuales se lleva una estadística de las intervenciones que se realiza en la Red de Fibra Óptica.

RECOMENDACIONES

- Antes de realizar el mantenimiento preventivo y correctivo, se recomienda elaborar un cronograma de actividades, con la participación de las autoridades de la Universidad Israel, que no afecte las actividades diarias del personal de la Universidad.
- En la redes de fibra óptica se instala equipos y dispositivos de alta tecnología que requieren de cuidados seguros y confiables, por tal motivo se recomienda que el cuarto de equipos debe contar con un buen sistema de ventilación debido al calor que generan estos elementos en su funcionamiento.
- Se recomienda al técnico encargado de realizar el mantenimiento preventivo y correctivo en la universidad Israel, tener un amplio conocimiento teórico y práctico en fibra óptica ya que los equipos instalados son muy costosos y una mala manipulación causará daños irreparables.
- Se recomienda mantener con las tapas de seguridad los puertos ópticos, para evitar la penetración de polvo, contacto con las manos grasosas y rayones en la base del conector y fibra óptica esto evita errores en la medición y transmisión de información.
- El alcohol isopropílico que se utiliza en la limpieza de conectores es muy peligroso a la vista, la nariz y la piel, por esta razón se recomienda utilizar gafas, mascarillas y guantes plásticos, estos equipos de protección pueden evitar quemaduras e irritaciones en la piel, lesiones irreparables en las personas.

BIBLIOGRAFÍA

- Ángel, M. (14 de Abril de 2012). *Fibra óptica-Hd*. Recuperado el 2 de Febrero de 2016, de miguel-angeljacker1.blogspot.com: <http://miguel-angeljacker1.blogspot.com/>
- CISCO. (12 de mayo de 2015). *Procedimientos de limpieza e inspección para las conexiones de fibra óptica*. Recuperado el 30 de Abril de 2016, de www.cisco.com:
http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/102/1029/1029559_cleanfiber2.pdf
- Conmutel. (24 de septiembre de 2012). *Telecomunicaciones*. Recuperado el 2 de febrero de 2016, de conmutel.wordpress.com: <https://conmutel.wordpress.com/>
- Del Valle, J., Dupré, J., & Parra, C. (15 de octubre de 2002). *Fibra óptica*. Recuperado el 20 de enero de 2016, de www.2.udec.cl:
<http://www2.udec.cl/~jdupre/fibra/ven.html>
- FibreMex. (13 de abril de 2015). *El catálogo de las telecomunicaciones*. Recuperado el 25 de enero de 2016, de www.fibremex.com:
<http://fibremex.com/fibraoptica/index.php?mod=contenido&id=3&t=3&st=4>
- García, S. (13 de julio de 2012). *Gestión del mantenimiento correctivo*. Recuperado el 9 de febrero de 2016, de www.mantenimientopetroquimica.com:
<http://www.mantenimientopetroquimica.com/mantenimientocorrectivopetroquimica.html>
- González, M. (8 de noviembre de 2013). *Redes telemáticas*. Recuperado el 23 de enero de 2016, de redestelematicas.com: <http://redestelematicas.com/el-switch-como-funciona-y-sus-principales-caracteristicas/>
- Grupo Cofitel. (28 de septiembre de 2011). *Inspección y limpieza de conectores ópticos: una necesidad rentable*. Recuperado el 23 de enero de 2016, de www.c3comunicaciones.es: <http://www.c3comunicaciones.es/inspeccion-y-limpieza-de-conectores-opticos-una-necesidad-rentable/>
- Hernández, E. (14 de Junio de 2013). *La fibra óptica*. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de eryck-juankafibraoptica.blogspot.com: <http://eryck-juankafibraoptica.blogspot.com/2013/06/etapa-1-definicion-problema-necesidad.html>
- Maya, S. (12 de octubre de 2011). *Redes PON*. Recuperado el 23 de enero de 2016, de myslide.es: <http://myslide.es/documents/redes-pon.html>
- Milestone Technologies. (23 de febrero de 2015). *Sistema de administración de puertos de fibra óptica*. Recuperado el 30 de enero de 2016, de www.milestone.com.ec:

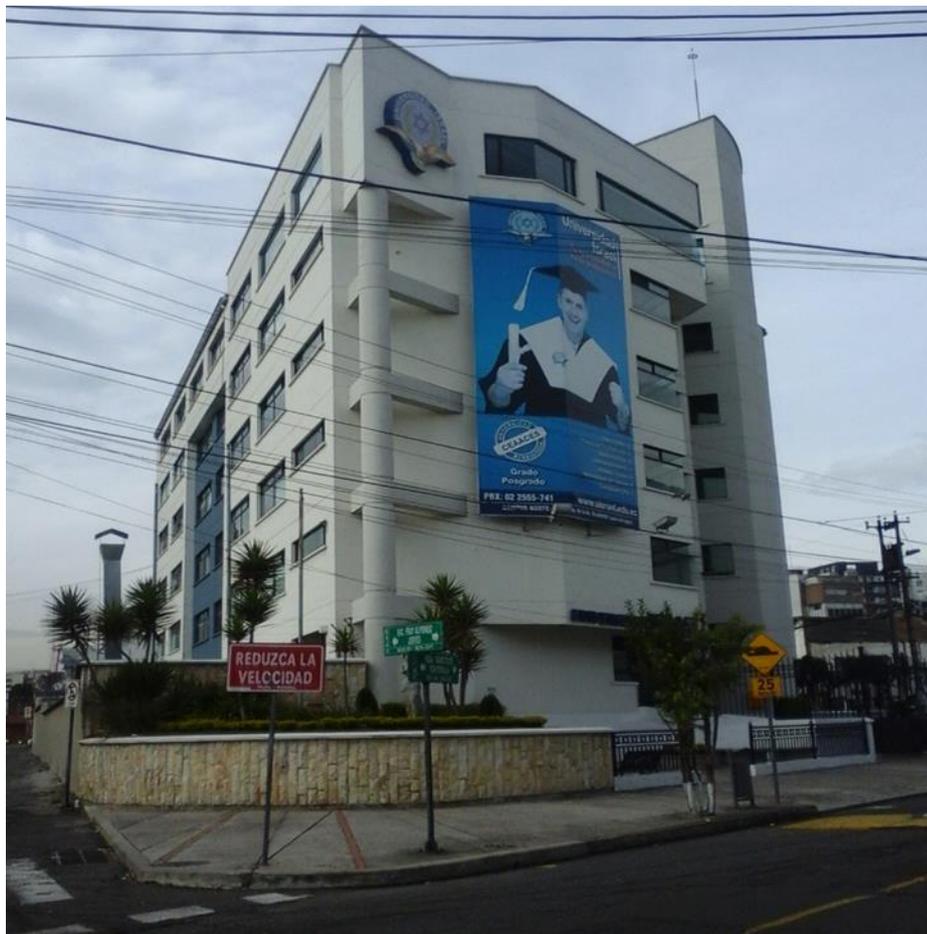
<http://www.milestone.com.ec/site/index.php/component/jshopping/product/view/5/27>

- National Instruments Corporation. (15 de Noviembre de 2010). *Componentes de Detección de Fibra Óptica: Uso General y Mantenimiento de Fibra Óptica*. Recuperado el 19 de Enero de 2016, de www.ni.com: <http://www.ni.com/white-paper/11822/es/>
- Nexans. (5 de agosto de 2015). *OF conector inspection, cleaning & testing general guidelines*. Recuperado el 21 de enero de 2016, de www.nexans.no: http://www.nexans.no/eservice/Norway-no_NO/fileLibrary/Download_540194193/UK/files/FO%20inspection%20and%20cleaning_%20V%20_11.pdf
- Optronix. (9 de febrero de 2015). *Gabinetes de piso*. Recuperado el 2 de febrero de 2016, de optronics.com.mx: <http://optronics.com.mx/index.php?mod=eCommerce&ext=group&subid=21&id=85>
- Ramos, A. (5 de agosto de 2010). *Backbone de fibra óptica metropolitana*. Recuperado el 21 de enero de 2016, de docplayer.es: <http://docplayer.es/4684648-Universidad-veracruzana-monografia-licenciado-en-sistemas-computacionales-administrativos.html>
- Redes de Acceso. (15 de mayo de 2011). *Redes ópticas*. Recuperado el 12 de Marzo de 2016, de adcs7.blogspot.com: <http://adcs7.blogspot.com/2011/05/redes-opticas.html>

ANEXOS

ANEXOS

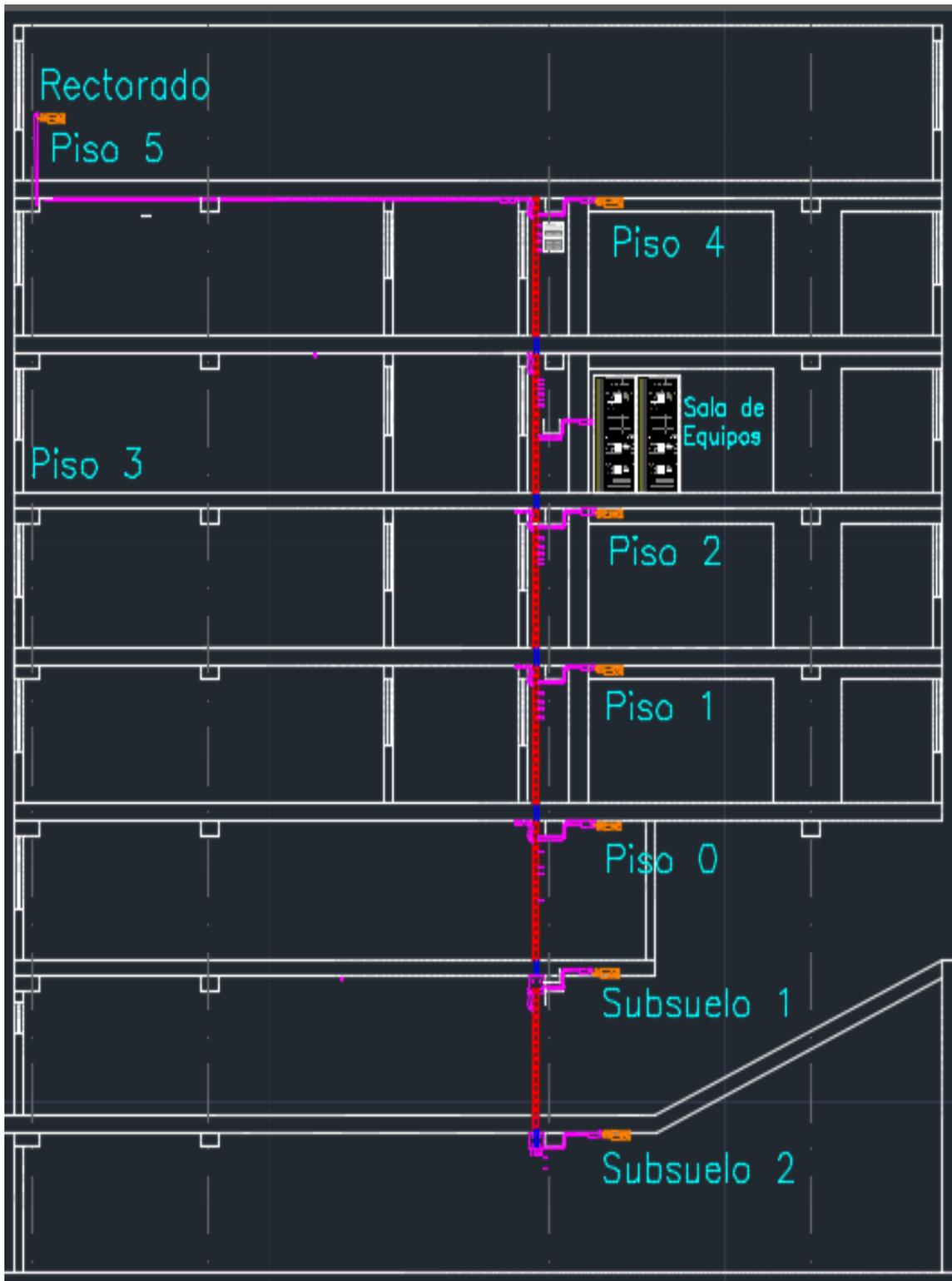
Anexo 1 Universidad Tecnológica Israel donde se implementó la Fibra Óptica



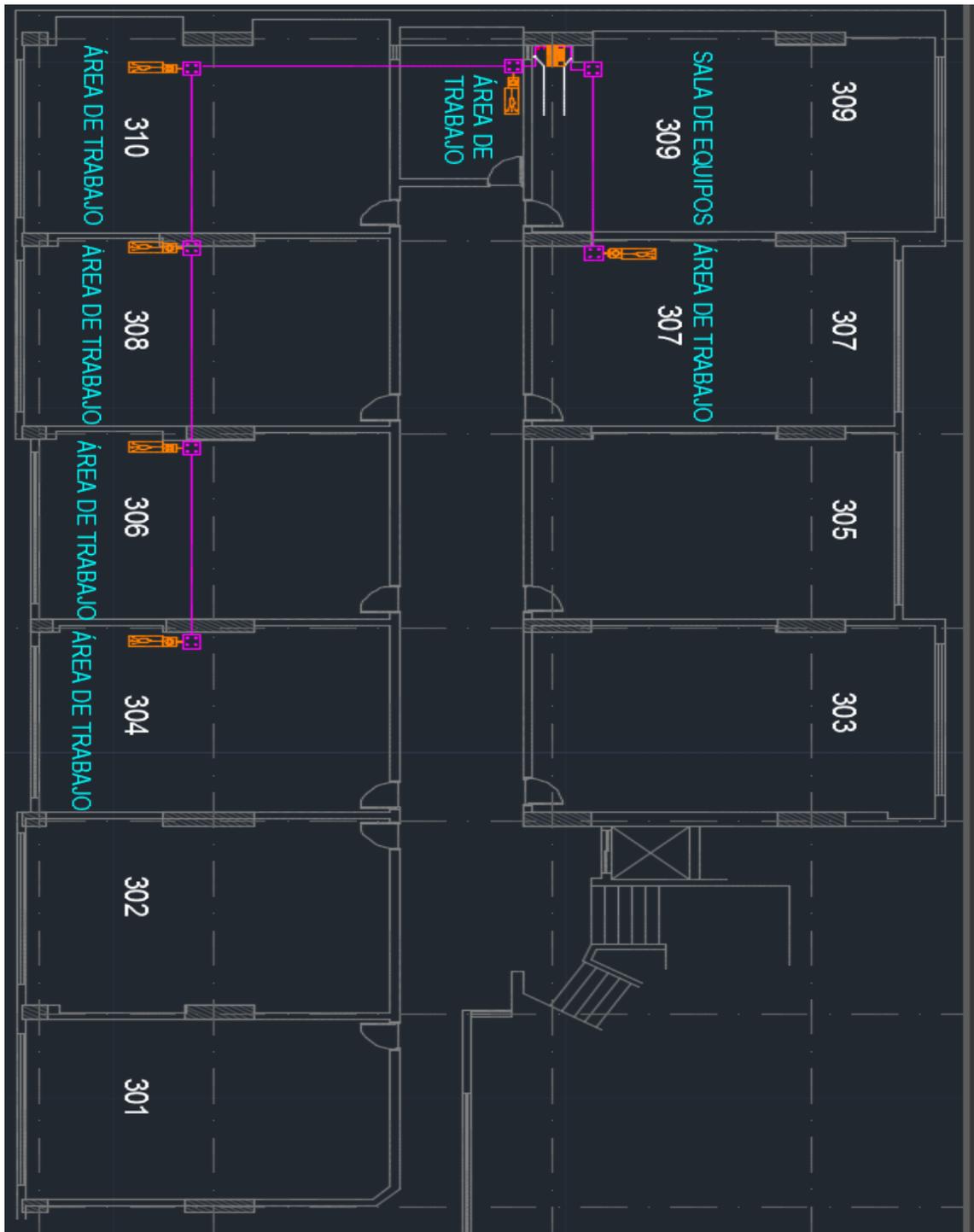
Anexo 2 Cronograma de mantenimiento de la red de Fibra Óptica implementado en la Universidad Israel.

| CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------|
| RUTINAS DE MANTENIMIENTO | | |
| | PREVENTIVO | CORRECTIVO |
| REVISIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA | CADA SEIS MESES | REPARACIÓN INMEDIATA |
| REVISIÓN NIVELES DE TENSIÓN | CADA TRES MESES | REGULACIÓN INMEDIATA |
| REVISIÓN PUERTOS ÓPTICOS | TODOS LOS MESES | REPARACIÓN INMEDIATA |
| REVISIÓN DE CANALES DE SERVICIO | CADA TRES MESES | REPARACIÓN INMEDIATA |
| REVISIÓN NIVELES DE POTENCIA | CADA AÑO | INTERVENCIÓN INMEDIATA. |
| REVISIÓN DE TEMPERATURA | TODOS LOS MESES | INTERVENCIÓN INMEDIATA. |
| REVISIÓN EQUIPOS DE VENTILACIÓN | TODOS LOS MESES | REPARACIÓN INMEDIATA |

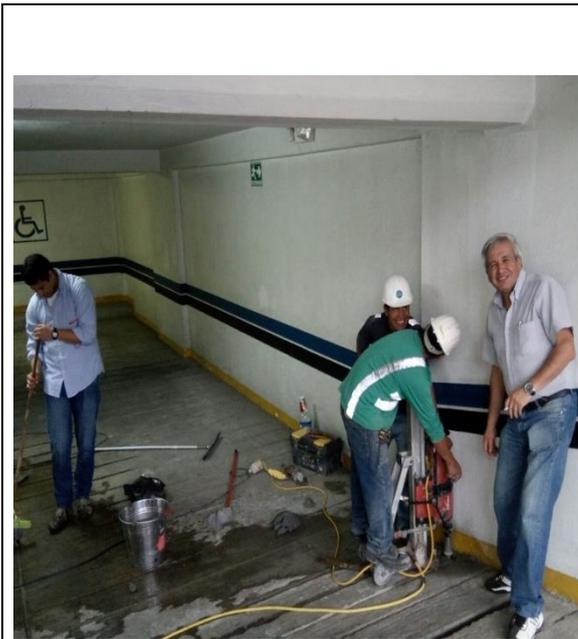
Anexo 3 Plano general del diseño de la Fibra Óptica



Anexo 4 Plano de la distribución horizontal en el tercer piso



Anexo 5 Perforación para instalación de ductos del Back-bone Vertical



Taladro utilizado perforación Back-Bone



Taladro utilizado perforación Back-Bone



Perforaciones instalación del Back-Bone



Perforaciones instalación del Back-Bone

Anexo 6 Perforación para instalación de tubería MT y BX dispersión Horizontal

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Perforación</p> | <p>Perforación tubería MT</p> |
|  |  |
| <p>Tubería MT instalada</p> | <p>Tubería BX, Caja empalmes instalada</p> |

Anexo 7 Instalación de la Fibra Óptica

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Instalación de canaletas para el Back-Bone</p> | <p>Instalación de la fibra óptica en la manguera</p> |
|  |  |
| <p>Instalación de la fibra en el Back-Bone</p> | <p>Instalación de la fibra en el Back-Bone</p> |

Anexo 8 Dispersión Horizontal y Vertical de la Fibra Óptica

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Back-Bone terminado</p> | <p>Puntos de fibra instalados</p> |
|  |  |
| <p>Tubería MT, Bx y caja de empalmes</p> | <p>Tubería MT, Bx y caja de empalmes</p> |

Anexo 9 Instalación del Rack

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Rack instalado P3-09</p> | <p>Rack instalado P3-09</p> |
|  |  |
| <p>Swich y ODF P3-09</p> | <p>Etiquetado P3-09</p> |

Anexo 10 Ubicación del Rack Aula P3-09



Ubicación del Rack P3-09



Ubicación del Rack Aula P3-09



Rack 02 instalado P3-09



Grupo de estudiantes que construyó el Back-Bone de fibra óptica